



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO DE TELECOMUNICACIÓN,
ESPECIALIDAD EN SONIDO E IMAGEN

Título del proyecto:

**DESARROLLO DE PROTOCOLOS DE DIGITALIZACIÓN Y
PROCESADO DE AUDIO PARA EL ARCHIVO SONORO
DEL
PATRIMONIO INMATERIAL DE NAVARRA**

Javier Diego Bados Otazu

Miguel Arana Burgui

Pamplona, Fecha de defensa

A todas aquellas personas que me han acompañado en este largo viaje.

Gracias por vuestra dedicación y confianza.

Javier Bados Otazu

DESARROLLO DE PROTOCOLOS DE DIGITALIZACIÓN Y PROCESADO DE AUDIO PARA EL ARCHIVO SONORO DEL PATRIMONIO INMATERIAL DE NAVARRA

Autor: *Javier Diego Bados Otazu*

Tutor: *Miguel Arana Burgui*

Miembros del Tribunal:

--

Fecha de lectura:

--

Calificación:

--

RESUMEN

Título: DESARROLLO DE PROTOCOLOS DE DIGITALIZACIÓN Y PROCESADO DE AUDIO PARA EL ARCHIVO SONORO DEL PATRIMONIO INMATERIAL DE NAVARRA

Autor: Javier Diego Bados Otazu

Tutor: Miguel Arana Burgui

En este Proyecto Fin de Carrera se ha desarrollado un conjunto de procedimientos de digitalización de medios no digitales (cintas magnéticas “cassette”) y su posterior procesado acústico con el fin de mejorar su audición. Para lograr tal tarea se han utilizado los programas de tratamiento de audio “Pro Tools” y “Sound Forge”; el primero para realizar la conversión analógico-digital desde el soporte magnético y el segundo para implementar un sistema de mejora del audio, basado en el encadenado de diferentes procesados acústicos, y automatización del mismo para poder aplicarlo a varios archivos sonoros sin que sea precisa la intervención directa del usuario.

This project has developed a set of procedures for digitizing non-digital media (magnetic tapes "cassette") and its later acoustic processing to improve its intelligibility . To accomplish such a task we have used the audio processing software "Pro Tools" and "Sound Forge", the first one to convert from analog to digital format and the second to implement an audio enhancement system, based on chaining of different acoustic processes, as well as the automation of the same to apply to audio files without user's direct participation.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1.	INTRODUCCIÓN	2
1.1.	ARCHIVO DEL PATRIMONIO INMATERIAL DE NAVARRA	2
1.2.	MOTIVACIÓN DEL PROYECTO	3
1.3.	OBJETIVOS DEL PROYECTO	4
1.4.	METODOLOGÍA.....	5
1.5.	CONTENIDO DE LA MEMORIA.....	6
2.	ASPECTOS GENERALES	7
2.1.	INTRODUCCIÓN	7
2.2.	ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL	7
2.2.1.	<i>La importancia del documentalista</i>	<i>9</i>
2.3.	SOPORTES	10
2.4.	FORMATOS	13
2.4.1.	<i>El tratamiento documental</i>	<i>15</i>
2.5.	PRESERVACIÓN DIGITAL	16
2.5.1.	<i>Conservación de soportes.....</i>	<i>16</i>
2.5.2.	<i>Condiciones de Manejo</i>	<i>17</i>
2.6.	LA DIGITALIZACIÓN DEL SONIDO.....	18
2.6.1.	<i>Finalidad de la Digitalización:</i>	<i>18</i>
2.6.2.	<i>Motivos para digitalizar.</i>	<i>19</i>
2.6.3.	<i>Ventajas generales de la digitalización del Archivo Sonoro.....</i>	<i>19</i>
2.7.	ESTRATEGIAS PARA LA PRESERVACIÓN DIGITAL	20
2.8.	CONSERVACIÓN DE LOS CONTENIDOS DIGITALES	22
2.9.	EJEMPLO DE RADIO NACIONAL DE ESPAÑA.	24
3.	PROCESO DE DIGITALIZACIÓN	26
3.1.	CONCEPTOS BÁSICOS.....	26
3.2.	EQUIPOS NECESARIOS.....	28
3.2.1.	<i>Elementos Hardware</i>	<i>28</i>
3.2.2.	<i>Elementos Software</i>	<i>29</i>
3.2.3.	<i>Interfaz de audio.....</i>	<i>29</i>
3.3.	PROCEDIMIENTO DE DIGITALIZACIÓN	30
3.3.1.	<i>Fase I: Configuración Hardware</i>	<i>30</i>
3.3.2.	<i>Fase II: Configuración Software.....</i>	<i>34</i>
3.3.3.	<i>Fase III: Captura del audio.....</i>	<i>36</i>
3.3.4.	<i>Fase IV: Almacenamiento y comprobaciones</i>	<i>40</i>
4.	PROCESO DE CORRECCIÓN DE AUDIO	41

4.1.	SONY SOUND FORGE PRO 10.....	41
4.2.	PROBLEMAS DETECTADOS EN LAS GRABACIONES.....	43
4.2.1.	Ruido de fondo.....	44
4.2.2.	Inteligibilidad del mensaje.....	46
4.2.3.	Reverberación y eco.....	49
4.2.4.	Grabación monoaural.....	50
4.3.	SOLUCIÓN PROPUESTA.....	53
4.3.1.	Estructura.....	53
4.3.2.	Channel Converter.....	54
4.3.3.	Sony Graphic EQ.....	56
4.3.4.	Waves RVox.....	58
4.3.5.	Wave Arts MR Noise.....	61
4.3.6.	Waves Q10 Paragraphic EQ.....	66
4.3.7.	Wave Arts MR Gate.....	69
4.4.	PROCESAMIENTO POR LOTES.....	73
4.4.1.	Definición.....	73
4.4.2.	Configuración en Sound Forge.....	75
5.	CONCLUSIONES Y FUTURAS LINEAS DE TRABAJO.....	79
6.	PRESUPUESTO.....	81
6.1.	EQUIPO INFORMÁTICO.....	81
6.2.	MATERIAL FUNGIBLE.....	81
6.3.	GASTOS DE PERSONAL.....	81
6.4.	PRESUPUESTO TOTAL.....	81
7.	BIBLIOGRAFÍA.....	83
	APÉNDICE.....	84
	CONTENIDO DEL CD.....	84

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 2: REPRODUCTOR MARRANTZ SD 4050.....	28
---	----

FIGURA 3: TARJETA DE SONIDO MBOX	28
FIGURA 4: CABLE DE INTERCONEXIÓN	28
FIGURA 5: SOFTWARE DE EDICIÓN DE AUDIO PRO TOOLS.....	29
FIGURA 6: ESQUEMA DE LA INTERFAZ DE AUDIO	30
FIGURA 7: INTERFAZ DE AUDIO	31
FIGURA 8: CONECTOR JACK DE 3.5 MM Y SU ADAPTADOR A JACK 6.35 MM.....	31
FIGURA 9: SEÑAL DE AUDIO CAPTURADA SIN DOLBY NR Y EN MODO “INST”	32
FIGURA 10: SEÑAL DE AUDIO CAPTURADA SIN DOLBY NR Y EN MODO “LINE”	33
FIGURA 11: SEÑAL DE AUDIO CAPTURADA CON DOLBY NR Y EN MODO “LINE”	33
FIGURA 12: PANTALLA DE CONFIGURACIÓN DE ELEMENTOS PERIFÉRICOS DE PRO TOOLS.....	35
FIGURA 13: PANTALLA DE CONFIGURACIÓN DE BUFFER Y PROCESADORES DE PRO TOOLS.....	36
FIGURA 15: PANTALLA DE CREACIÓN DE NUEVA PISTA DE PRO TOOLS	39
FIGURA 16: PANTALLA DE SELECCIÓN DE RUTA DE ENTRADA DE PRO TOOLS	39
FIGURA 17: PANTALLA DE SELECCIÓN DE RUTA DE SALIDA DE PRO TOOLS	40
FIGURA 19: DIRECTORIO DE GUARDADO DE PRO TOOLS	41
FIGURA 20: ESPECTRO EN FRECUENCIA DEL RUIDO DE FONDO PRESENTE EN LAS GRABACIONES	46
FIGURA 21: REFLEXIONES DEL SONIDO EN UNA SALA.....	49
FIGURA 22: ENCADENADO DE PLUGINS	53
FIGURA 23: VENTANA DE CONFIGURACIÓN DE CHANNEL CONVERTER	55
FIGURA 25: ECUALIZADOR GRAFICO	56
FIGURA 26: VENTANA DE CONFIGURACIÓN DEL ECUALIZADOR.....	57
FIGURA 27: VENTANA DE CONFIGURACIÓN DEL ECUALIZADOR CON LA PRESET SELECCIONADA	58
FIGURA 28: VENTANA DE CONFIGURACIÓN DE RVOX	60
FIGURA 29: VENTANA DE CONFIGURACIÓN DE RVOX CON LA PRESET SELECCIONADA	61
FIGURA 30: ESQUEMA DEL PLUGIN MR NOISE	62
FIGURA 31: VENTANA DE CONFIGURACIÓN DE MR NOISE	64
FIGURA 32: EDICIÓN DEL PERFIL DE RUIDO DE FONDO.....	64
FIGURA 33: VENTANA DE CONFIGURACIÓN DE MR NOISE CON LA PRESET SELECCIONADA.....	65
FIGURA 34: VENTANA DE CONFIGURACIÓN DEL ECUALIZADOR PARAGRÁFICO.....	68
FIGURA 35: VENTANA DE CONFIGURACIÓN DEL ECUALIZADOR PARAGRÁFICO CON LA PRESET SELECCIONADA ...	69
FIGURA 36: ESQUEMA DEL PLUGIN MR GATE	70
FIGURA 37: VENTANA DE CONFIGURACIÓN DE MR GATE	71
FIGURA 38: VENTANA DE CONFIGURACIÓN DE MR GATE CON LA PRESET SELECCIONADA	72
FIGURA 39: TABLA DE VENTAJAS E INCONVENIENTES	74
FIGURA 40: VENTANA DE CARGA DE ARCHIVOS	75
FIGURA 41: VENTANA DE ENCADENADO DE EFECTOS Y PROCESOS	76
FIGURA 42: VENTANA DE EDICIÓN DE OPCIONES DE GUARDADO	77

NOTA: Se adjunta un disco con el sistema propuesto, documentación y archivos de muestra.

Agradecimientos:

En primer lugar quisiera agradecer a mi tutor, Miguel Arana Burgui, su disposición para aceptar, guiar y apoyar este proyecto. Me gustaría además dar las gracias por su ayuda a Asier Beunza, sin el cual el uso del software y la elección del mismo habría sido mucho más difícil. No me olvidaré del Archivo del Patrimonio Inmaterial de Navarra, y especialmente su director técnico, Alfredo Asiáin Ansorena, que me han dado la oportunidad de realizar este trabajo.

Gracias también a todos aquellos, que aunque no hayan tomado parte activa en el proyecto, mediante su apoyo me han transmitido la fuerza necesaria para seguir adelante. Mi familia sobre todo, pero también amigos y demás...

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Archivo del Patrimonio inmaterial de Navarra

El Archivo del patrimonio inmaterial de Navarra – Nafarroako ondare ez-materialaren Artxiboa (www.navarchivo.com) es un proyecto que viene gestándose desde hace seis años. Es una herramienta de recopilación, estudio y difusión del patrimonio cultural de Navarra. En estos momentos, aborda una evolución tecnológica que lo lleve a crear una comunidad “online” de recuerdos compartidos, de reflexiones y de foros de debate sobre el patrimonio navarro (natural y cultural); sobre su pasado, su presente y su futuro.

Este proyecto ha sido catalogado como “modélico” por el Ministerio de Cultura de España, apoyado por la UNESCO y figura en el Campus de la excelencia de la Universidad Pública de Navarra.

El Archivo del patrimonio inmaterial de Navarra es un proyecto que ha servido de modelo al Archivo del patrimonio inmaterial de La Rioja, al Atlas de la Junta de Andalucía, al Archivo patrimonial de Aquitania y al proyecto de recopilación del Ministerio de Cultura de Portugal, entre otras iniciativas conocidas. Uno de los apartados más importantes es la incorporación de testimonios en múltiples formatos.

Algunos proceden de nuevas grabaciones digitales (también en HD). En este sentido, en primer lugar, se aborda la grabación de entrevistas en vídeo HD a testigos y protagonistas de la historia reciente de Navarra. Estas entrevistas profesionales se realizan a los testigos o informantes (por representatividad censal), a los protagonistas (por representatividad institucional / patrimonial) y a las minorías (por representatividad simbólica).

Además de las nuevas grabaciones, hay que realizar un importante trabajo de digitalización e indexación de registros y testimonios en diversos formatos y de distintas procedencias (por lo general procedentes de archivos, colecciones...).

1.2. Motivación del proyecto

En todas las sociedades avanzadas se está produciendo un cambio, acelerado y desordenado, de las estructuras sociales y culturales basadas en códigos de comunicación oral-escrita, hacia otras estructuras basadas en códigos de tipo audiovisual. Este fenómeno resulta cada vez más intenso y, por lo que respecta al marco español en general y navarro en particular, ha determinado una frontera evidente entre las generaciones y clases que han llegado a conocer las estructuras sociales, productivas y culturales que pudiéramos llamar “tradicionales”, frente a las generaciones y clases desvinculadas de aquella cultura y conocedoras sólo de otra más moderna, uniforme y crecientemente urbana o influida por pautas de conducta y de cultura de procedencia urbana.

La celeridad, irregularidad y agresividad de este fenómeno, con sus secuelas de abandono rural, emigración económica o desarraigo social, se ha traducido, en el plano cultural, en la pérdida de un patrimonio de extraordinaria antigüedad, riqueza e interés, por cuanto ha conformado durante siglos nuestras señas de identidad locales, regionales y nacionales.

Lamentablemente, hoy sabemos que sólo una proporción decreciente de nuestros ancianos puede suministrar información fidedigna sobre formas de vida y de cultura de extinción inminente, ya que las generaciones más jóvenes viven inmersas en modelos socioculturales de signo distinto. La labor de encuesta, recopilación, preservación y estudio de ese Patrimonio es, pues, una necesidad urgente e inaplazable. Incluso estamos obligados a pensar que en los últimos años han desaparecido algunos de los últimos portadores de esos saberes y que se han llevado consigo claves irremplazables de nuestra identidad cultural. Por lo tanto, el estudio y la preservación de este patrimonio oral parte con la dificultad inicial de sensibilizar a la sociedad y a sus representantes sobre esta realidad intangible pero esencial de la identidad cultural y de recuperar (más bien recrear) espacios de encuentro intergeneracional entre los portadores de esa tradición y las nuevas generaciones.



Figura 1: Medios no digitales de grabación

Además del cambio social descrito debemos tener en cuenta la progresiva degradación de los testimonios existentes, ya que fueron registrados en formatos no digitales tales como los cassettes, discos de vinilo o bobinas magnéticas por citar algunos ejemplos, estos medios sufren degradación con el paso del tiempo, lo cual introduce distorsiones que afectan seriamente a la fidelidad y la calidad de las grabaciones.

Es vital la labor de digitalización de estos soportes sonoros para preservar el testimonio y para tener la posibilidad de mejorar la calidad de los mismos en un futuro próximo.

1.3. Objetivos del proyecto

En el desarrollo del trabajo de digitalización de materiales orales para su incorporación al Archivo los responsables se han encontrado con dos problemas técnicos que requieren un tratamiento específico por parte de un Ingeniero de Imagen y Sonido. En concreto:

1. Carencia de protocolos de digitalización de audio a partir de diversos soportes no digitales que permitan conservar los testimonios adecuadamente.
2. Propuestas para la corrección de audio defectuoso por mala calidad de la grabación (ruidos, sobre todo) y por deterioro del soporte magnético.

En posesión del Archivo obran dos importantes corpus de grabaciones orales que es preciso incorporar a los fondos del Archivo por su valor patrimonial, pero que requieren un tratamiento como el descrito anteriormente.

El primero de ellos lo compone una colección de unas 8 horas de grabación de cuentos populares navarros recopilada entre los años 1990 y 1995 por el Dr. Alfredo Asiáin Ansorena para su tesis doctoral.

El segundo de ellos, más numeroso y en mayor riesgo de deterioro, es el conjunto de grabaciones de campo realizado por el grupo Ortzadar entre los años 1980 y 1990 aproximadamente. Este corpus es de más de cien horas de grabación.

El nuevo sistema de procesamiento acústico requerirá, por tanto, la definición previa de una estructura. Evidentemente el primero de los estadios de tal estructura ha de ser el propio sistema digitalizador de la información, que a ser posible, reduzca al máximo por medio de sistemas físicos el ruido presente en las grabaciones.

Además es imperioso contar con un protocolo más o menos estandarizado de corrección del audio dañado. Para ello se utilizara un software de edición de audio y los plugins o extensiones necesarias para realizar tal tarea. Aunque es imposible lograr un procesamiento único válido para todas las grabaciones se intentara implementar una solución lo más universal posible. Hay que tener en cuenta que cualquier procesamiento de audio no es capaz de añadir información nueva a la grabación, sino que utiliza la presente en ella y se potencia o enmascara dependiendo del fin.

Así mismo, sería deseable conseguir implementar la solución de manera permanente en el software utilizado. Con esto se conseguiría que la aplicación de corrección del audio pueda ser utilizada tanto por personal del propio Archivo, como por terceras personas que no tengan que poseer necesariamente conocimientos acústicos.

1.4. Metodología

El punto de partida para la realización de este proyecto es el análisis. Por un lado es necesario efectuar un estudio previo de la situación actual. Esto implica analizar otros sistemas con funcionalidades similares, buscar ventajas e inconvenientes de cada uno de ellos y determinar a partir de ahí las funcionalidades deseables en nuestro sistema. Por otro lado: definir un objetivo fijo, establecer los límites de definición del proyecto y evaluar y definir las funcionalidades del sistema.

A partir de ahí es necesario llevar a cabo el diseño. Partiendo de un conjunto de funcionalidades en forma de requisitos, se especifica: primero un diseño global del sistema, entendido como el proceso que permite definir la estructura, componentes, módulos y datos del sistema

El siguiente paso en el proceso de construcción del nuevo sistema, es la implementación mediante la gestión del diferente software, Pro Tools para digitalizar las

grabaciones, y Sound Forge para aplicar el procesado de corrección.

Un conjunto de audiciones de las versiones originales y procesadas permitirán evaluar el correcto funcionamiento del sistema y cómo se adapta a cada una de las degradaciones presentes en las grabaciones.

1.5. Contenido de la memoria

El contenido principal de esta memoria puede dividirse de forma clara en tres grandes bloques.

El primero de ellos incluye: conjunto de definiciones teóricas sobre los conceptos principales y un ejemplo de proyectos existentes realizados a nivel profesional sobre la tematica de este trabajo..

El segundo bloque se dedica al análisis del sistema: definición textual de las principales características, especificación del proceso de adquisición de audio y especificación del proceso de corrección del audio digitalizado.

Por último, se recogen las conclusiones del proyecto y las posibles líneas de trabajo a seguir en el futuro así como un apartado dedicado a la previsión económica del proyecto realizado.

2. ASPECTOS GENERALES

2.1. Introducción

En este trabajo hablaremos de la preservación digital centrándonos en la documentación sonora. Explicaremos brevemente la historia de este tipo de documentación, así como un análisis de los soportes y los formatos.

Una vez estudiado todos estos puntos, haremos hincapié en el proceso de la preservación digital de este tipo de materiales.

2.2. Análisis de la situación actual

Un archivo de audio digital es un sonido o secuencia de sonidos que ha sido convertido a un formato numérico para poder ser almacenado en un ordenador.

Los archivos de sonido tienen su origen a mediados de los años 30. Los medios de Documentación Europeos empiezan a crear Archivos de Sonido, en un principio destinados a la conservación de su propia programación. Con el paso del tiempo muchas radios, sobre todo públicas, han reunido valiosos fondos sonoros.

El Tratamiento Documental del Registro Sonoro se ha hecho tradicionalmente en las bibliotecas por las Reglas de Catalogación ISBD, que no se ajustan a la casuística del Documento Sonoro. Por esto, la Asociación Francesa de Normalización (AFNOR) en 1980 publicó la Norma Z44-066 sobre Catalogación de Registros Sonoros, que es casi lo que tenemos en la actualidad en nuestras Reglas de Catalogación. Las normativas vigentes son las propias de cada centro, y en las que lo más importante y lo que difiere a las reglas de catalogación es que la unidad documental no es el soporte sino la obra, ya que un solo soporte puede contener varias obras.

Los grandes bloques del archivo sonoro en tipología documental son:

- La música: Se puede dividir entre “ligera” (normalmente un soporte y una obra aunque la obra tenga varias canciones) y “clásica” (en el mismo soporte varias obras). Las radios muy especializadas pueden dividir la música en “tradicional española” y “tradicional internacional”.
- La palabra: Se divide en:
 - Generada por el propio medio. (Sus programas).
 - Generada por otros medios.
 - Generada por efectos sonoros. (Pueden ser ruidos).

La evolución tecnológica se ha ido produciendo velozmente y ha provocado que gobiernos e instituciones no sean capaces de elaborar técnicas de conservación oportunas en un principio. No solo se debe conservar el documento en sí y cambiar el soporte de la información, sino también, conservar los programas o la maquinaria que dan acceso a este.

La información digital es más fácil de alterar y tiene una esperanza de vida menor ya que es de fácil deterioro. Por esto mismo, sería interesante que se implicaran tanto bibliotecas, archivos y centros de documentación como las personas que generan la documentación, teniendo en cuenta la preservación en el momento del diseño de la misma.

En este punto, términos como consistencia, formatos, normalización y descripción bibliográfica tienen que estar presente en el momento de la producción y conservación de documentos y a su vez estarán presentes en todos los estados del ciclo de vida de gestión de la información. Si se aplican sistemas de conservación desde el comienzo luego nos encontraremos menos problemas, será más efectivo y menos costoso.

La UNESCO, siendo consciente del problema que se presenta a la hora de la conservación de documentación digital redactó la Carta para la preservación del patrimonio digital.

En el artículo 3 de la misma se reconoce el peligro de pérdida a que están sometidos estos materiales y se afirma: «El patrimonio digital del mundo corre el peligro de perderse para la posteridad. Contribuyen a ello, entre otros factores, la rápida obsolescencia de los equipos y programas informáticos que le dan vida, las incertidumbres existentes en torno a

los recursos, la responsabilidad y los métodos para su mantenimiento y conservación y la falta de legislación que ampare estos procesos».

En el artículo 10, al establecer las funciones y atribuciones de cada elemento del ciclo de vida de los documentos, cabe destacar la siguiente: «Alentar a las universidades y otras instituciones de investigación, públicas y privadas, a velar por la preservación de los documentos relativos a las investigaciones»

2.2.1. La importancia del documentalista

La profesión del documentalista tendría que ser una de las ofertas más demandadas en cualquier medio de comunicación por la necesidad que conllevan estos departamentos. La rapidez impuesta por las nuevas tecnologías en general, hace y hará a corto plazo, que el centro documental se transforme en un departamento indispensable dentro de las empresas informativas, entre ellas las radiofónicas.

Los mayores problemas que se han encontrado a la hora de almacenar documentos sonoros han sido el espacio y la catalogación.

Así, en los últimos años empieza a proliferar la tecnología digital sonora, particularmente el Compact Disc o el DAT (Digital Audio Tape). Con ello se consigue, entre otras ventajas, facilidad en el montaje sonoro, inalterabilidad en la calidad del sonido o una mayor rapidez y precisión de búsqueda. El documentalista debe estar al tanto de los nuevos avances tecnológicos para que el departamento no quede obsoleto.

Se ha impuesto toda una revolución informática que ha reconvertido todo el proceso técnico e implantado equipos para el procesamiento de los trabajos manuales o mecánicos anteriores. Se han informatizado los procesos de gestión y administración en las emisoras y, en la actualidad, se están automatizando y digitalizando, las redacciones de los programas. En las emisoras de radio ya es posible consultar los archivos propios y ajenos de forma automática.

La Documentación Sonora en un archivo es la resultante de:

- La propia actividad radiodifusora del medio. Producción propia.

- La adquisición de fondos. Producción comercial.

La Documentación Sonora de radio ha de entenderse:

- Como suministro de información para la elaboración de los programas de todo tipo.
- Desde el punto de vista empresarial, es la función más valorada.
- Como Conservación Patrimonial. Es la función menos valorada

2.3. Soportes

Según la RAE el soporte es un material en cuya superficie se registra información, como el papel, la cinta de vídeo o el disco compacto.

Hay distintos tipos de soporte:

- Soportes Mecánicos
 - Discos de Vinilo. Tienen ya un siglo. De fácil almacenamiento, sin embargo su conservación no es tan buena como la de la Tecnología Digital, por lo que han sido desplazados por Discos Compactos (CD),
- Soportes Magnéticos
 - Cinta Magnética o Carrete de Cinta: Se usaban en el ámbito profesional debido a que el coste era elevado y se daba una relativa incomodidad de manejo. Tiene 6 mm de ancho y varias velocidades: 9'5, 19 y 38 cm/s. Cuanto más alta es la velocidad, la información está menos comprimida y ofrece mejores resultados. El deterioro es mínimo, pero también ocurre.
 - Casetes. Aparece en 1963. Ancho de 3 mm y velocidad siempre igual, 4'5 cm/s. No ofrece la misma fidelidad que el soporte anterior pero es más

fácil de usar.

- Digital Audio Tape (DAT). Cinta Digital más usada ahora; es de uso profesional. Recibe poco apoyo por parte de las Compañías Discográficas pero es muy útil para el uso periodístico.
- Vídeo. Muy usado como copia de seguridad, porque, tenía una excelente imagen y sonido. Ha sido desplazado por la Tecnología Digital, pero aún existen muchos fondos en este tipo de soporte. (Sólo se grababa la parte sonora).

- Soportes Ópticos

- CD-A: *Compact Disc Audio* o Disco Compacto de Audio. Se trata de audio de muy buena calidad en soporte digital y se basa en una grabación digital sin procesado posterior, es decir, se almacena en el disco compacto toda la información generada en la grabación, sin compresión. En un CD normal de 650 Mb, esto nos da unos 74 minutos de tiempo máximo por CD, así pues, cabe toda la información que contenían los añorados discos de vinilo o LPs de larga duración.
- CD-R: *Recordable Compact Disc* o Disco Compacto Grabable. Es un disco compacto virgen que no admite reescritura.
- CD-RW: *Rewritable Compact Disc* o Disco Compacto Regrabable. Es un disco compacto virgen que admite reescritura.
- Mini-Disc. Disco digital grabable protegido por un cartucho, comercializado por Sony que permite 74 min. de grabación digital. Se está intentando introducir en el campo comercial y profesional.
- HDCD: *High-Definition Compatible Digital*, proceso de codificación de audio desarrollado por la compañía *Pacific Microsonics* para la mejora de los CDs de audio estándar. Su implantación se ha visto truncada por la

introducción de los nuevos formatos de audio como el SACD y el DVD Audio.

- SACD: *Super Audio Compact Disc*. Es un formato de audio de alta definición en soporte CD que ha sido promovido por Sony y Philips que usa el sistema SDS o *Direct Stream Digital* para generar la señal digital. En el CD se puede almacenar la información estéreo tradicional, pero hay espacio para incorporar información de canales adicionales. (<http://www.superaudio-cd.com>)
- DVD Audio: Se trata de un formato de audio de alta definición en soporte DVD que trabaja con una resolución de 24 bits y una frecuencia de muestreo de 192 kHz, muy por encima de los 16 bits/44 kHz del CD Audio.
- VCD: *Video Compact Disc*. Es un formato de vídeo en soporte CD con prestaciones y de calidades muy inferiores a los del DVD, pero de extensa implantación.

2.4. Formatos

Los archivos de audio poseen diferentes formatos dependiendo de con qué herramientas o aplicaciones y con qué fines fueron creados. Al trabajar con una determinada aplicación, el *software* asigna una extensión dependiendo del tipo de archivo que se haya creado, con el fin de poder luego identificarlo.

Un formato es la estructura usada para grabar datos en un fichero. Por ejemplo: xml, mp3, wav, etc.

Los formatos de sonido sirven para reducir el tamaño del archivo para que este pueda ser transmitido más rápidamente por Internet.

Hay dos tipos de formatos:

- Los que comprimen. Estos formatos usan compresoras que modifican y retocan el archivo original, generando una pérdida de calidad del original y quitando aquellos sonidos que el oído humano es incapaz de oír.
- Los que no comprimen: almacenan todos los valores sin modificarlos; son mejores desde el punto de vista de la calidad del sonido.

A continuación se describen los formatos más comunes:

- WAVE (.wav). Formato de audio sin comprimir. Se utiliza para grabar sonidos en Windows. Formato de ancho de banda originario de Microsoft, puede comprimir y grabar con diferentes frecuencias de muestreo. Si vemos la denominación CDA es también un archivo wave sin comprimir para música

en soporte CD, no desecha nada y guarda todo el sonido. Para grabar un sonido en calidad CD lo grabaremos a 44.100 Hz con una calidad de 16 bits. La duración depende del archivo en sí. Para grabar voz si usamos un wave se graba en mono, porque en estéreo la diferencia es mínima.

- MIDI (.mid). Utilizado para sonidos digitales puros de instrumentos musicales. No es propiamente un formato, sino un protocolo de comunicaciones para intercambiar información entre equipos iguales.
- CDA: (.cda): Se trata de un sistema de almacenamiento. Se graba a 44,1 Khz, 16 bits y estéreo (calidad CD). Para grabar un CDA (Compact Disc Audio) y que pueda ser leído por cualquier reproductor debe de estar grabado en estas condiciones.
- MP3: Sistema comprimido de audio. La calidad del sonido es muy parecida a la del wave. Suele comprimir en una relación de 1:12 con respecto a un archivo wave. Viene del mp1 y mp2. Cuando almacenamos algo en MP3 se comprime y se pierde información. Se mide en Kbps. Etiquetas ID3 (exclusivas de MP3): son meta etiquetas que poseen información embebida. Soportan como máximo 128 bytes (128 caracteres). Las etiquetas ID3 versión 2 permiten un máximo de 256 MB.
- MP4: Trata de comprimir más sin producir muchas pérdidas, o al menos que estas no se perciban. Utiliza técnicas más complejas.
- AIFF / IFF: (Audio Interchange File Format): Formato de audio intercambiable para ordenadores Macintosh.
- WMA (Windows Media Audio) (.wma): Comprime mucho con mucha calidad, no está tan extendido como el mp3.
- MOD: (Módulos) (.mod): Son archivos con muestras de sonido en varias pistas (entre 4 y 32), que pueden sonar al mismo tiempo. Suelen ir de 4 a 32

pistas; son muy electrónicos.

- **AUDIO STREAMING:** Solo se puede oír con programas propietarios como el Real audio (.ra) o el Quick time (.pt). Se trata de un fichero de audio que ocupa mucho y se comprime; según se va descargando lo manda por trozos, no manda todo el archivo completo.

2.4.1. El tratamiento documental

Etapas del tratamiento documental:

La primera fase es la audición completa del documento. Será útil para la descripción de contenido del documento y para la detección de posibles problemas de conservación o deficiencias técnicas del contenido.

La segunda fase será el análisis formal del documento sonoro. Se indicará una serie de aspectos físicos del propio soporte, como productor o generador del documento sonoro.

En una tercera fase, se hará análisis de contenido de la información. Esto se realizará con herramientas documentales creadas ad hoc por las empresas o que la realicen, aunque sería recomendable la creación de herramientas válidas para la totalidad de centros. Las herramientas más utilizadas son los tesauros y últimamente de tesauros facetados para la descripción del contenido de documentos audiovisuales, pero aún se tendrá que determinar su validez para documentación sonora.

Como cuarta fase de la descripción y confección del registro documental sonoro, toda la información que saquemos se materializará en un registro informatizado. Las técnicas de la documentación han evolucionado con el desarrollo de las ciencias de la computación, haciendo posible la creación de grandes bases de datos con una enorme capacidad de recuperación documental.

La quinta fase será la validación del registro documental previo a la inclusión definitiva en la base de datos. Se realizara un control de la calidad del tratamiento documental y se analizará la descripción formal y la del contenido.

La fuente principal para el análisis siempre será la escucha del contenido del documento y el soporte, contando la información externa que pudiera ofrecer: créditos, partes de grabación, etc., aunque cualquier fuente validada sería útil en caso de información incompleta o poco precisa.

2.5. Preservación Digital

Según la UNESCO, la preservación digital designaría los procesos a que se recurre con objeto de conservar información y cualquier otro tipo de patrimonio existente en forma de digital. La preservación digital consta de dos pasos: el almacenamiento seguro y el acceso permanente.

2.5.1. Conservación de soportes

A la hora de la conservación de la documentación el medio físico será un punto clave de estudio. El mal almacenamiento de la documentación suele ser el causante de gran parte de la documentación dañada o perdida. Para esto, será muy importante tener un control estricto de varios factores:

La temperatura aconsejable está entre los 18° y 21°.

La humedad ha de estar entre el 40% y el 60%. Si es más baja, los soportes se endurecen y si es más alta, aparecen las bacterias y se descomponen.

Tiene que haber en cualquier biblioteca un sistema de aire acondicionado y un sistema que filtre el aire e impida la entrada de polvo.

La luz, en lo posible, artificial, fluorescente y tamizada que evite rayos ultravioletas.

Además de estos hay otros puntos clave a la hora de la conservación como:

- Suficiente capacidad de almacenamiento

- Debe tener capacidad de duplicar datos
- Control de errores: el sistema debe detectar cambios o pérdidas de datos
- Los Discos ópticos: permiten un acceso aleatorio y en algunos casos la modificación de los datos. Su vida útil es está variando desde los cinco a diez años a varias décadas (dependiendo de calidades).
- Mantenimiento, soporte y programas de reemplazamiento. Los componentes del sistema se remplazaran cada pocos años.
- También se transferirán datos a nuevos soportes de forma periódica. Se hará a nuevos soportes y antes de que los componentes de hardware y software del anterior soporte desaparezcan. (cd vs Dvd)
- Respecto al mobiliario: armarios herméticos y estanterías compactas que se deslicen sobre raíles y puedan quedar cerradas las que no se utilicen.
- Almacenar los medios de forma vertical.
- Disponer de una ubicación sin riesgos de inundación ni incendio (puertas corta-fuegos, estanterías de acero no muy altas con pasillos de separación entre ellas de unos 75 cm., equipos de detención y extinción de humos). Suele estar en sótanos.
- Debe existir una planificación de posibles desastres: se diseñarán planes de recuperación.

2.5.2. Condiciones de Manejo

- Se intentara que la suciedad no acelere el deterioro. No tocar la superficie de los soportes, por ejemplo la cara grabable de los CD.

- Utilizar siempre las cajas originales.
- Mantener los medios en sus cajas excepto cuando se estén usando.
- Evitar la exposición a campos magnéticos y a fuentes de humos.
- Prohibir la comida y/o bebida en lugares de almacenamiento, así como el fumar.
- Los CD deberían marcarse sólo en la parte superior y utilizando marcadores adecuados.

2.6. La Digitalización del Sonido

La última tendencia en cuanto a soporte es la digitalización de grabaciones.

Se hacen dos ficheros de audio de cualquier documento:

- Lineal. Con más calidad incluso que el original. Se usa como copia de seguridad.
- Comprimido. Con menos calidad pero realmente es el que se utiliza.

2.6.1. Finalidad de la Digitalización:

- La digitalización retrospectiva del sonido. Todo lo que está en el archivo se digitaliza.
- Un nuevo sistema de gestión y almacenamiento masivo del sonido.
- Transferir todos los fondos sonoros a un formato digital de tipo informático.
- El acceso on-line a la información y al sonido, ambas cosas.

- La mejor conservación del fondo.
- La optimización de los recursos.

2.6.2. Motivos para digitalizar.

- Deterioro de los documentos.
- Obsolescencia de los reproductores.
- Modernización y adaptación a las Tecnologías.
- Hay fondos de extraordinario valor.
- Fondos almacenados en distintos soportes antiguos.
- Fondos con diferente calidad de sonido.
- Fondos con diferente estado de conservación.
- Fondos con diferente utilidad. Algunos se utilizan mucho y otros nada.

2.6.3. Ventajas generales de la digitalización del Archivo Sonoro

- Reducción del espacio de almacenamiento.
- Los soportes no se deterioran con el uso porque el usuario no tiene acceso al soporte.
- Implantar un sistema de gestión y almacenamiento masivo.

- Integración con el sistema digital de producción y emisión.
- Creación de un Archivo de Seguridad completo.
- Acceso a los ficheros de audio y sus metadatos directamente desde el puesto de trabajo
- Acceso a la información todos los días del año las 24 horas.
- No son necesarios soportes físicos, ni reproductores.
- Disminución de los costes de explotación
- Acceso al documento por más de un usuario
- Acceso al documento desde un puesto remoto a través de la red
- Posibilita el intercambio de ficheros con miembros de la comunidad cultural
- Auto chequeo de calidad de conservación
- Migración automática hacia siguientes generaciones de tecnologías de almacenamiento
- Desde el ordenador se podrá digitalizar el documento desde cualquier soporte, editarlo, catalogarlo, y asociar el sonido a su referencia documental previamente creada en la base de datos correspondiente
- Sistema fiable, seguro, económico, potente, y adaptable al usuario

2.7. Estrategias para la preservación digital

- Conservación: Se intentará que la documentación sonora se conserve totalmente y tener una idea fehaciente de una conservación íntegra a largo plazo
- Copias de seguridad: duplicados exactos de nuestros documentos sonoros. Se realizara no sólo como estrategia de preservación (sólo se hacen por si se pierde o daña información) sino también de mantenimiento. Las copias se almacenarán separadas del resto de documentos y en lugares distintos.
- Actualización: Copia de un documento en un soporte a otro en un mismo soporte sin modificar el contenido.
- Presentación de la tecnología: consiste en la preservación de toda aquella tecnología necesaria para poder acceder a la documentación sonora (software, controladores de medios, sistemas operativos, etc.). Es necesaria la cooperación de varias instituciones para realizar esta estrategia ya que necesita un coste muy elevado.
- Migración: conjunto de tareas organizadas destinadas a conseguir la transferencia periódica de materiales digitales desde una generación tecnológica a la siguiente. No tiene por qué ser una copia exacta como pasa con la actualización ya que tienen que adaptarse la información con el medio en el que se está incluyendo.
- Utilización de estándares: Se trata de buscar una forma de codificar y formatear los objetos digitales adhiriéndose a estándares reconocidos y favoreciéndolos en lugar de los más esotéricos y menos soportados. Estos estándares siempre perduran y la compatibilidad estará asegurada por la evolución del entorno informático.
- Emulación: consiste en encapsular el comportamiento del software o hardware junto con el objeto digital mismo.

- Almacenamiento: pese a que se piensa que el almacenamiento es una estrategia de conservación pasiva es necesaria una migración a nuevos sistemas de almacenamiento ya que estos se modifican con el tiempo.

2.8. Conservación de los contenidos digitales

Según datos de la UNESCO, conforman el patrimonio digital los “recursos únicos que son el fruto del saber o la expresión de los seres humanos”. Por eso, su conservación es de vital importancia.

- Se elegirían materiales adecuados y de calidad para guardar la documentación. Esto lo hará o el productor o la empresa que se dedique a su conservación.
 - Los formatos de fichero serán apropiados y los estándares definidos. Un estándar definido es el formato pdf. El éxito del pdf se debe a la necesidad de la administración americana por unificar documentos. Adobe realizó un formato para intercambio de documentos, y lo hizo tan bien que la administración americana exigió por ley que toda la documentación estuviera en formato pdf.
- Se utilizará y usará un formato normalizado. Así, siempre que se utilice XML o HTML, es importante validarlos para asegurar que los documentos producidos cumplen la norma.
- La identificación de los nombres de los ficheros de forma clara.
- Los ficheros disponibles en la Red deben tener unos identificadores que

ayuden a su localización.

- Metadatos: es perfecto crear algunos metadatos básicos conforme se produce el documento para con posterioridad aumentarlos cuando toque catalogarlo o indexarlo. Los metadatos de conservación incluirán información sobre:
 - El contenido. Nos indicaran al sistema cómo representar los datos con un tipo específico y un formato. (Estos deberán modificarse cuando la tecnología de acceso a ellos cambie).
 - Información descriptiva. Incluye identificadores y detalles bibliográficos, información sobre los propietarios del objeto, gestión de derechos de acceso, historia, contexto, la relación con otros objetos y la información sobre la validación de los formatos.
- Los *creadores* deberían proporcionar metadatos de calidad a sus documentos, utilizando alguno de los esquemas existentes tales como MARC o, preferiblemente, Dublin Core.
- Las copias originales destinadas a ser conservadas deberían ser gestionadas de forma independiente de aquellas destinadas a la difusión.
- Se formará al personal que trabaje con la documentación y se creará un manual para tratarla.
- Estos materiales digitales se evaluarán, se tendrá en cuenta cuanto tiempo deberán ser conservados y quien se encargará de esta tarea.

Se han realizado muchos estudios y en la actualidad hay muchos grupos de trabajos. Ejemplos claros son: las directrices de la Unesco de Colin Webb y el programa NDIIPP que incluye el estudio de Neil Beagrie. Los grupos de trabajo Internacionales como el Grupo de Trabajo de Archivo y Preservación Digital NSFDELOS, el Grupo de Trabajo sobre Atributos de Archivos Digitales de la RLG, y el Grupo de Trabajo de Metadatos de Preservación de OCLC-RLG, han tratado y publicado acerca de estos temas específicos,

dando así una visión internacional de los desarrollos más importantes.

Los archivos digitales esperan proporcionar acceso a los usuarios futuros, eligiendo cuidadosamente los formatos de almacenamiento, prefiriendo los estandarizados y ampliamente usados, haciendo descripciones detalladas de los requisitos técnicos de los objetos almacenados, recopilando la información sobre las consecuencias de los progresos tecnológicos y almacenando originales junto con copias.

2.9.Ejemplo de Radio Nacional de España.

Radio Nacional de España, RNE, fue la primera cadena europea en digitalizar todo su archivo sonoro. En colaboración con IBM, se han digitalizado cerca de 190.000 horas de audio, con un presupuesto asignado de 757.913.738 pesetas (4.555.153 €).

El archivo contiene documentos anteriores a las emisiones de radio en España, fondos de producción propia y sonidos cedidos por otras cadenas europeas.

Los testimonios más antiguos son de 1.888, de Sir Arthur Sullivan; de 1.889, del Emperador Francisco José de Austria, y de 1898, de Thomas Edison. Radio Nacional de España (RNE) concluyó, en diciembre de 2002, la digitalización de todo su archivo sonoro, tras cuatro años de trabajo, en colaboración con IBM.

De esta manera se convirtió en la primera cadena de radio en España y en la primera cadena pública europea que cuenta con unos fondos completamente digitalizados; documentos de música y palabra de los últimos 130 años.

En total, desde 1998, se han digitalizado 1.400.000 registros documentales y cerca de 190.000 horas de audio, 60.000 horas de música ligera, 52.000 de música clásica y tradicional, 60.000 horas de voces y programas informativos, 500 horas de efectos sonoros y 10.000 horas de obras de teatro y seriales radiofónicos. A partir de estos momentos, se digitalizarán entre 18.000 y 20.000 horas por año.

Principalmente se han encargado de digitalizar la propia producción de la cadena y en algunos casos de intercambio con otras emisoras europeas, como la RAI, la BBC, Radio Moscu o Radio Vaticano.

El riesgo de un deterioro de los fondos documentales, aconsejó en 1996 iniciar el proyecto de su digitalización y tras diversos estudios realizados conjuntamente por especialistas de sonido, informáticos y documentalistas de RNE y RTVE, se decidió convocar un concurso público con el objetivo de digitalizar 190.000 horas de audio.

En 1998, se adjudicó a IBM el concurso por 757.913.738 pesetas (4.555.153 €) y un equipo de 20 personas se han ido encargando de digitalizar documentos procedentes de distintos formatos: discos de pizarra, rollos de pianola, vinilos, cintas magnetofónicas abiertas, casetes, discos compactos, magneto-ópticos, DAT.

Se han digitalizado 5.400 horas por mes y el audio ha sido tratado y almacenado de acuerdo con las recomendaciones de la UER (Unión Europea de Radiodifusión) y las especificaciones corporativas de RNE, de forma que se aseguren la fiabilidad y compatibilidad en las transferencias e intercambios de datos.

Los ficheros de audio han sido guardados por duplicado, en cintas diferentes, y bajo dos tipos de formatos que no excluyen futuras adaptaciones: lineal y comprimido.

3. PROCESO DE DIGITALIZACIÓN

3.1. Conceptos básicos

La grabación de sonido puede realizarse mediante la grabación analógica o digital y para cada una de ellas los soportes de almacenamiento son distintos. Para la primera se han utilizado a lo largo de la historia: cilindros, discos de diferentes materiales y cintas; mientras que para la segunda los soportes son, cintas, Cd's, DVD's, discos rígidos, etc.

Las señales analógicas se llaman así porque son "análogas" a la forma de la señal original. Es decir, es la representación visual resultante en su forma de la señal acústica original. Por el contrario, en la grabación digital, la onda sonora es transformada en una sucesión de unos y ceros en sistema binario, mediante conversores A/D analógicos digitales.

El audio digital se ha impuesto al analógico porque tiene algunas ventajas: principalmente, evita la mayor degradación del sonido analógico y las pérdidas que se producen al generar copias del original. Como también posee un mayor rango dinámico de la señal (96db en el caso de 16bits, ya que varía según la resolución), a diferencia del mayor rango posible en una señal analógica (66db).

Los atributos técnicos de un archivo de sonido están representados por dos valores esenciales. Uno es la frecuencia de muestreo y el otro es la profundidad de bits.

La frecuencia de muestreo es la velocidad con que se toman las muestras. Indica

cuántas tomas o muestras se registran en un tiempo determinado durante la captura de la onda analógica para ser representada en un dominio digital. Se expresa en ciclos completos por segundo (44.1 KHz – 48khz – 96 KHz – 192 KHz). Como ejemplo de audio digital se puede mencionar el Compact Disc (CD) convencional que posee una frecuencia de muestreo de 44.100 ciclos por segundo (44.1 KHz.).

La profundidad de bits es la cantidad de valores que determina una información digital. Cuanto mayor sea el nivel de cuantificación menor será el grado de ajuste o corrección sobre el valor original de las muestras y mayor la precisión para representar la dinámica de la onda sonora; es decir sus matices de amplitud. En la codificación, el valor cuantificado de cada muestra es representada por una secuencia de bits. El bit admite dos valores: 0 o 1, que representan dos estados: apagado (no) y encendido (si). Cada bit es una representación binaria (0-1) y cuanto mayor sea la cantidad de bits (8-16-24-32) de un archivo sonoro, mayor será su fidelidad de audio. El CD de música convencional posee unos 16 bits, lo que implica la posibilidad de otorgar a cada muestra diversos valores, los cuales varían desde 0 hasta 65.536.

Entonces, la resolución digital de un CD es de 44.1khz 16 bit. Existen numerosos tipos de archivos de sonido digital, unos no comprimidos -como los Wav o Aiff- y los comprimidos y de menor tamaño en bytes -tales son los casos de los Mpeg3 (MP3) o los OGG que son archivos libres de derechos o no comerciales.

Los archivos comprimidos MP3 son archivos codificados en su proceso de creación y decodificados en su reproducción. El proceso de compresión consiste en eliminar datos redundantes en el sonido de origen que el oído no es capaz de distinguir, disminuyendo de esta manera su tamaño. Se puede optar entre relaciones de compresión que van de 4:1 a 70:1. Los mp3 que son generados en el TIAC poseen una compresión de 11:1 (128 kbps).

La compresión de archivos implica una pérdida de información que no puede ser recuperada en la reproducción. Por esta razón es que la calidad de sonido de los archivos comprimidos es inferior a los no comprimidos. No obstante, la calidad puede variar en función de la resolución de compresión.

3.2. Equipos necesarios

3.2.1. Elementos Hardware

- Reproductor de cintas cassette con salida tipo jack 6.35 mm y su correspondiente adaptador a conector jack 3.5 mm. En nuestro caso es el modelo SD 4050 de la firma Marantz



Figura 2: Reproductor Marantz SD 4050

- Tarjeta de sonido Digi Design MBox 01



Figura 3: Tarjeta de sonido MBox

- Cables tipo jack-jack para interconexión del reproductor y la tarjeta de sonido



Figura 4: Cable de interconexión

3.2.2. Elementos Software

- Software de adquisición de audio, en nuestro caso el elegido ha sido el programa Pro Tools LE 7.4 de la casa Digi Design



Figura 5: Software de edición de audio Pro Tools

3.2.3. Interfaz de audio

El circuito de conexión (o interfaz de audio) de todos los elementos anteriormente descritos es un convertor A/D (analógico/digital), que convierte la señal de audio grabada en los cassettes en un archivo “.wav” listo para procesar.

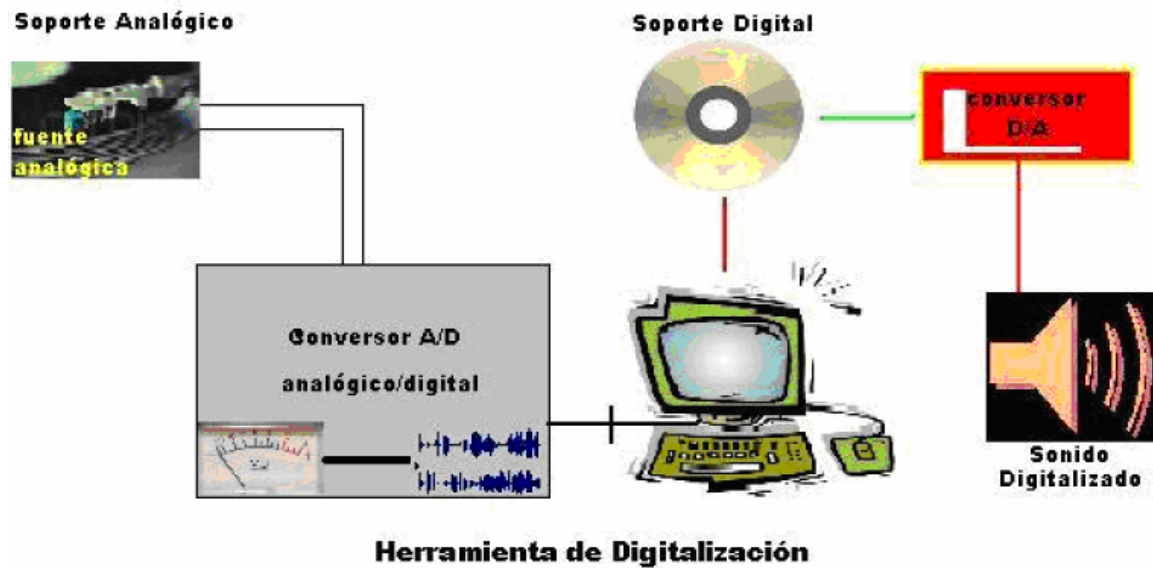


Figura 6: Esquema de la interfaz de audio

3.3. Procedimiento de digitalización

3.3.1. Fase I: Configuración Hardware

La primera tarea a realizar es la conexión de los elementos entre sí y con el ordenador personal. El reproductor de cassette SD4050 incluye una salida tipo jack de 6.35 mm, mediante un adaptador podemos convertir tal salida en una apta para cables estándar con conectores tipo jack de 3.5 mm. Así mismo, la tarjeta de sonido Digi Design MBox 01 incorpora una salida idéntica a la del reproductor, que de la misma manera podemos adaptar al cableado jack de 3.5 mm y conseguir establecer conexión entre los dos elementos. A continuación se conectará la salida correspondiente de la tarjeta de sonido al interfaz USB del PC (Personal Computer, ordenador personal) para terminar la conexión física del sistema.



Figura 7: Interfaz de audio



Figura 8: Conector Jack de 3.5 mm y su adaptador a Jack 6.35 mm

Además debemos establecer la configuración adecuada de ambos elementos antes de comenzar la captura del audio con el fin de mejorar la calidad de la misma.

En el caso del reproductor SD4050 este incluye un circuito físico de reducción de ruidos, “Dolby noise reduction system”, especialmente útil en este proyecto. El sistema de reducción de ruidos Dolby reduce sustancialmente el ruido de fondo (silbido) inherente al cassette. El ruido de fondo de cinta está compuesto principalmente de altas frecuencias, que es particularmente molesta durante pasajes suaves.

El sistema Dolby NR aumenta el nivel de volumen bajo a señales de media y alta

frecuencia durante la grabación y reduce el nivel de estas señales en una cantidad idéntica durante la reproducción, como resultado, la señal de reproducción es idéntica a la fuente original, pero el nivel de ruido de fondo generado por la cinta se reduce considerablemente.

El mencionado sistema ofrece tres modos de funcionamiento, “OFF” en el que no actúa, Dolby C NR y Dolby B NR. El principio de funcionamiento de Dolby C NR es similar a la de Dolby B NR con excepción de la codificación / decodificación de las curvas de respuesta. El ruido reducción del efecto obtenido con Dolby C NR es de hasta 20 dB, en comparación con 10 dB con Dolby B NR. Además, Dolby C NR utiliza una red de lucha contra la saturación y un conjunto de circuitos para la mejora significativa en el rango dinámico de medias y altas frecuencias.

Así mismo la tarjeta de sonido Digi Design MBox 01 ofrece distintos modos de funcionamiento que permiten conseguir una señal digital con menor presencia de degradaciones que la señal original.

En concreto, la tarjeta ofrece tres modos de selección de fuente de sonido, el primero de ellos “Mic” permite la captura de señales que se graben en ese momento. En segundo lugar encontramos el modo de captura “Line”, que usa como fuente una señal de entrada conectada por el puerto Jack de 6.35 mm y establece un rango dinámico fijo evitando problemas de saturación de la señal. Por ultimo tenemos el modo de selección de fuente “Inst”, que es similar al modo anteriormente descrito, pero no incluye el sistema de prevención de saturación del audio.

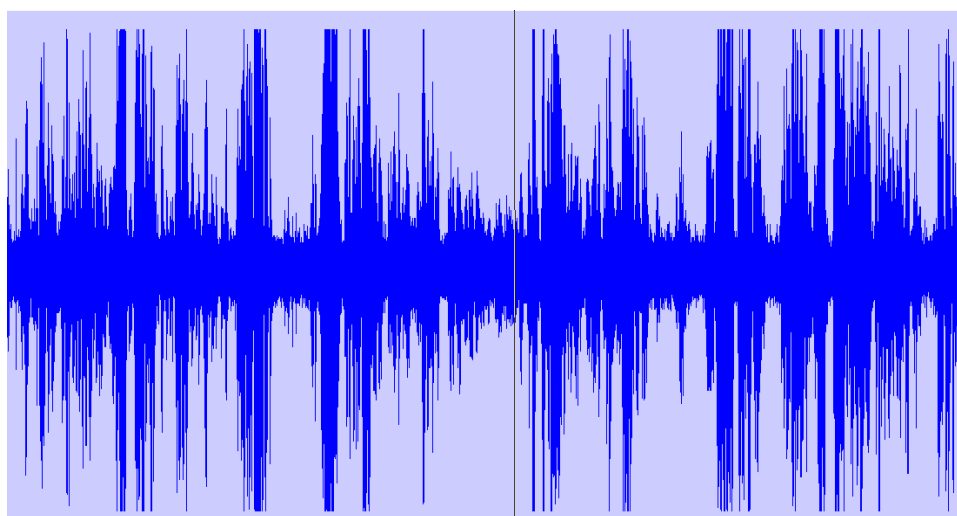


Figura 9: Señal de audio capturada sin Dolby NR y en modo “Inst”

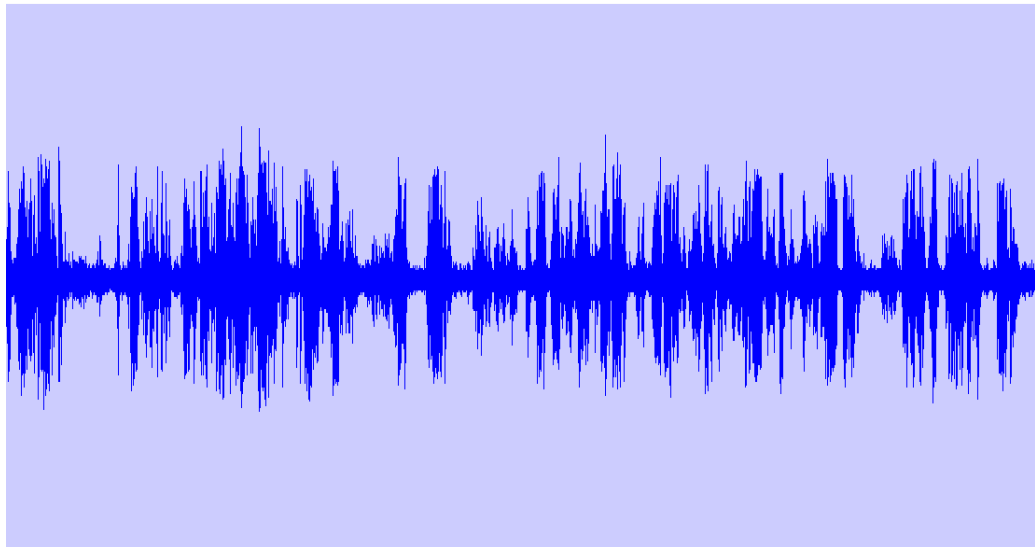


Figura 10: Señal de audio capturada sin Dolby NR y en modo “Line”

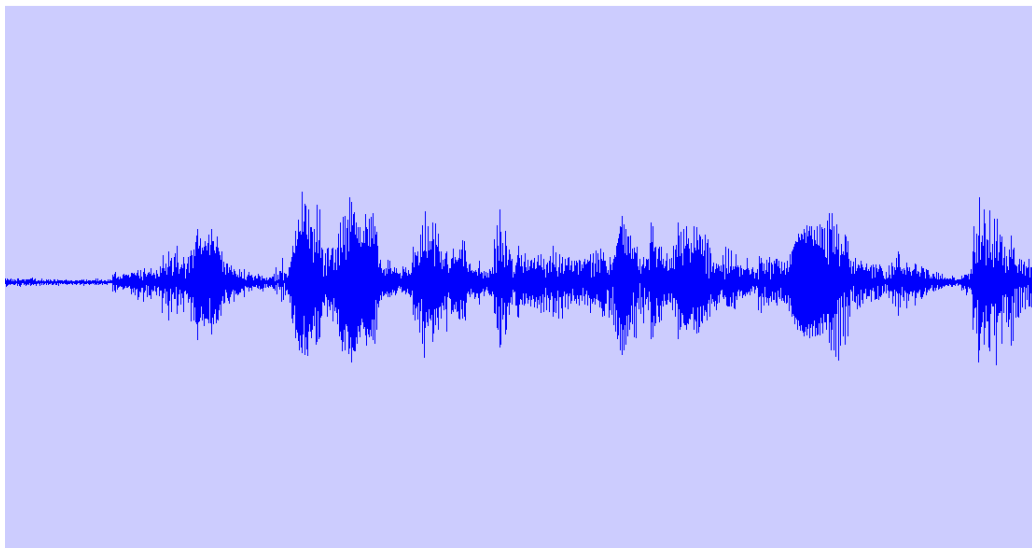


Figura 11: Señal de audio capturada con Dolby NR y en modo “Line”

Como se puede apreciar en las figuras superiores el nivel de señal se reduce y se evita la saturación de la misma además de reducir drásticamente la presencia de ruido de fondo de la grabación.

Para la realización de este proyecto, y como recomendación para posibles aplicaciones futuras, se ha utilizado el modo Dolby C NR del reproductor SD4050 y el modo de captura “Line” de la tarjeta de sonido.

3.3.2. Fase II: Configuración Software

El software escogido para la captura de audio no es otro que Pro Tools LE, de la firma Digi Design. Es una estación de trabajo de audio digital (*Digital Audio Workstation o DAW, en inglés*), una multiplataforma de grabación multipista de audio y midi, que integra hardware y software. Actualmente, por sus altas prestaciones, es el estándar de grabación en estudios profesionales, usado mundialmente.

La empresa Digi Design, que desarrolla el programa Pro Tools, elabora algunos de los mejores software de audio del mercado, por lo que su calidad y sólida fiabilidad son ampliamente reconocidos. Esto ha llevado a este potente software de producción musical y postproducción audiovisual a convertirse en uno de los referentes de esta industria.

El estigma de Pro Tools es que sólo puede usarse con un hardware específico, y no admite otras marcas.¹

Características²:

- Importa fácilmente archivos de audio y MIDI.
- Aprovecha una gama de herramientas únicas no destructivas para editar audio como Beat Detective LE, lo que le permitirá corregir el tiempo automáticamente o pistas individuales. Desarrolla composiciones MIDI con el secuenciador Pro Tools.
- Elija entre una amplia gama de accesorios de instrumentos y efectos para desarrollar el sonido que busca.
- Integra sus aplicaciones favoritas compatibles con ReWire en sus mezclas.
- Ajusta el tiempo y el tono de sus pistas con facilidad con Elastic Time y Elastic Pitch.
- Usa la grabación de loop para capturar varias tomas de un solo.
- Establezca una gama de entrada y salida para fijar sin esfuerzo una unión.
- Crea una cuenta de mezclas individual para cada persona en la sesión de

¹ Definición de Pro Tools extraída de [Wikipedia](#)

² Según el fabricante

grabación.

- Score Editor y MIDI Editor windows ofrecen herramientas de composición completas.
- Crea una actuación sin fallos usando nuevos elementos de composición de pistas.
- Elija entre una variedad de accesorios con efectos profesionales para desarrollar una mezcla.
- Aprovecha la automatización más potente de la industria para añadir movimiento a su música.
- Ponga más accesorios de tiempo real en funcionamientos en sus sesiones con un rendimiento RTAS mejorado.
- Conecta una superficie de control como Command|8 a su sistema y disfrute de la sensación familiar de atenuadores y controles táctiles mientras mezcla.

Es necesario vincular la tarjeta de sonido al programa por medio del menú “Setup/ Hardware” para poder utilizar la tarjeta de sonido previamente descrita.

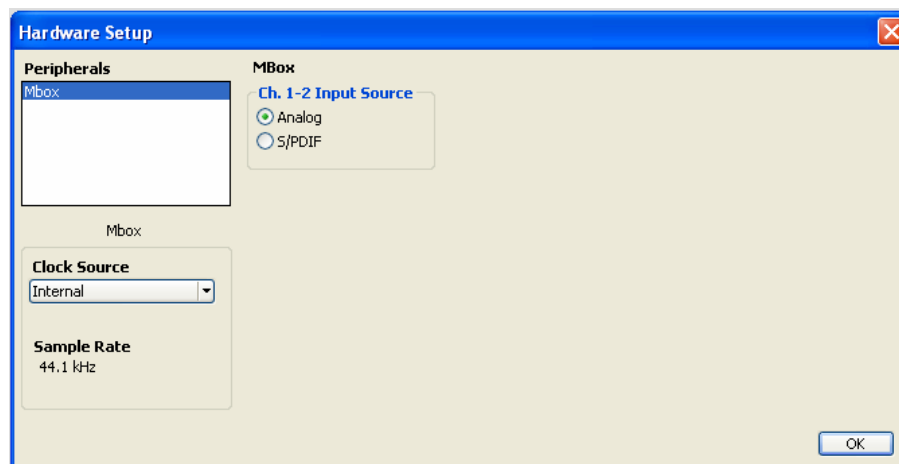


Figura 12: Pantalla de configuración de elementos periféricos de Pro Tools

Si utilizamos un sistema con procesador de doble núcleo es recomendable especificarlo en el menú correspondiente, “Setup/ Playback Engine” marcando el numero de dos procesadores en la sección “RTAS processors”.

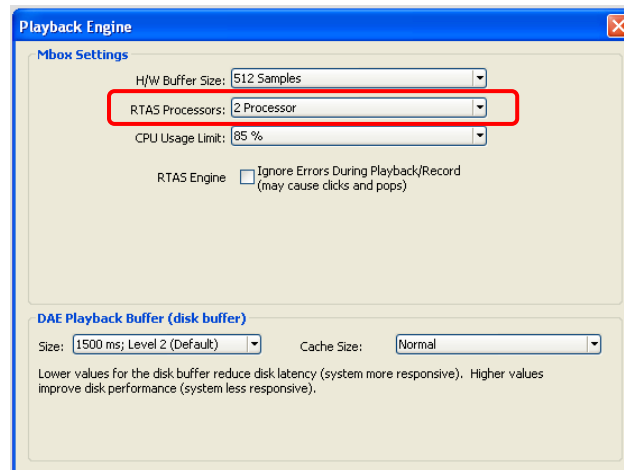


Figura 13: Pantalla de configuración de buffer y procesadores de Pro Tools

Para el desarrollo de este proyecto se ha recurrido a la versión 7.4 del software Pro Tools LE.

3.3.3. Fase III: Captura del audio

Esta fase es el verdadero núcleo del proceso de digitalización de audio, por lo que hay que tener especial cuidado y atención en la configuración de la misma. Antes de exponer el proceso como tal conviene explicar ciertos elementos básicos del software Pro Tools.

3.3.3.1. Grabación de audio en disco duro

La grabación en cinta es un medio lineal; para oír la grabación en un punto determinado, debe rebobinar o avanzar rápido la cinta. Para reorganizar o repetir material en un sistema lineal, debe volver a grabarlo.

La grabación en disco duro es un medio no lineal (o de acceso aleatorio) en el que puede ir a cualquier punto de la grabación sin tener que rebobinar ni avanzar rápido. Los sistemas no lineales presentan varias ventajas. Puede reorganizar con facilidad o repetir partes de una grabación ordenando al disco duro que lea las partes de una grabación en distinto orden o en varias veces. Además, esta reorganización es no destructiva, es decir, el material grabado original no se altera. Pro Tools es un sistema de grabación no lineal que permite reorganizar y mezclar material grabado de manera no destructiva.

3.3.3.2. Sesiones de Pro Tools

Al iniciar un proyecto en Pro Tools, se crea una *sesión*. En esta sección se explican algunos elementos básicos sobre las sesiones. Un *archivo de sesión* es el documento que crea Pro Tools al seleccionar “File/New Session” y configurar una sesión nueva.

Pro Tools sólo puede abrir un archivo de sesión a la vez. El nombre del archivo de sesión tiene la extensión .ptf (archivo de Pro Tools). Los archivos de sesión contienen asignaciones de todos los elementos asociados con un proyecto, entre los que se cuentan archivos de audio y toda la información de edición y mezcla. Es importante tener en cuenta que un archivo de sesión de Pro Tools no contiene archivos de medios (audio o vídeo) sino referencias a archivos de audio, vídeo y otros. Puede hacer cambios en la sesión y guardarlos en un archivo de sesión nuevo. De este modo, se pueden crear varias versiones de una sesión o hacer copias de seguridad del trabajo de edición y mezcla.



3.3.3.3. Pistas

Las pistas de Pro Tools son los elementos en que se graban y se editan datos de audio. Las pistas de Pro Tools proporcionan canales de audio para dirigir buses internos, así como entradas y salidas físicas para audio. Pro Tools permite trabajar con cinco tipos de pistas: pistas de audio, entradas auxiliares, atenuadores principales, pistas de instrumentos y pistas MIDI.

Las pistas de audio, de MIDI y de instrumentos se pueden editar en regiones o repetirse en diferentes ubicaciones para crear bucles, reorganizar secciones o canciones completas o montar pistas con el material procedente de varias tomas.

Las pistas de entrada auxiliares pueden dirigir buses de audio internos o entradas físicas a buses internos o salidas físicas. Las entradas auxiliares se suelen emplear para buses de efectos de audio, mejora de la transferencia de audio y submezclado.

Las pistas de atenuador principal ofrecen controles para canales físicos de salida de audio, incluido el nivel de volumen de la mezcla, panorámico e inserciones de módulos. Las

pistas de audio, entrada auxiliar, instrumentos y atenuador principal pueden ser mono o estéreo. Al crear una nueva pista, se puede elegir en una lista de formatos admitidos por el sistema.

3.3.3.4. Archivo de audio

Al grabar audio en una sesión de Pro Tools se crean archivos de audio. Los archivos de audio de cada sesión se guardan en una carpeta denominada "Audio Files". Los archivos de audio se enumeran en la lista de regiones de Pro Tools y pueden aparecer en una pista de audio. Una sección de un archivo de audio se puede definir como una región.

3.3.3.5. Regiones

Una región es un segmento de datos audio. Una región puede ser un bucle de batería, una melodía de guitarra, un verso de una canción, una toma de grabación, un efecto de sonido, un fragmento de diálogo o todo un archivo de sonido. En Pro Tools, las regiones se crean a partir de audio, y se pueden organizar en listas de reproducción de pistas de audio.

3.3.3.6. Grabación de una pista de audio

En este epígrafe se describe el procedimiento a seguir para capturar el audio generado por la fuente analógica en un formato digital mediante el software Pro Tools.

Tal captura se produce en tiempo real y en el desarrollo de este proyecto se ha utilizado el estándar de calidad similar al compact disc, es decir en la creación de las diferentes sesiones de Pro Tools se ha especificado como frecuencia de muestreo 44.1 KHz y 16 bits como profundidad de bits.

Al grabar desde una fuente mono, se graba en una sola pista de audio mono en Pro Tools. Se escribe en el disco duro un solo archivo de audio mono; la región aparece en la lista de reproducción y en la lista de

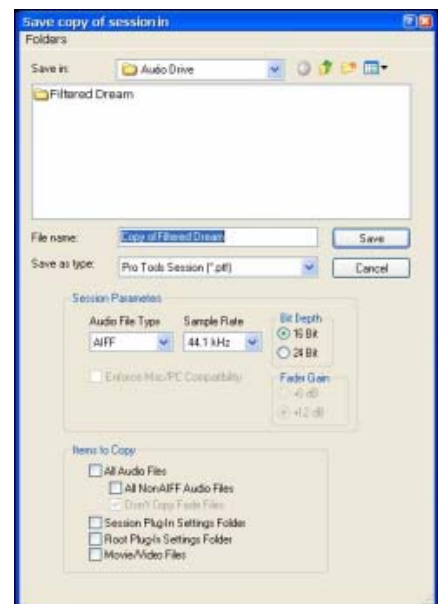


Figura 14: Configuración de la sesión en Pro Tools

regiones. En el caso de querer grabar una fuente de audio estéreo en Pro Tools, se graba en una sola pista de audio estéreo. En el disco se escribe un solo archivo de audio para los canales izquierdo y derecho de una pista estéreo.

A continuación se describe el proceso de grabación en si mismo:

1. Conectar una fuente de sonido mono o estéreo a la entrada apropiada del hardware de audio.
2. Si no existe una pista, elija “Track/New” y especifique “Mono” o “Stereo Audio Track”; después, haga clic en “Create”.

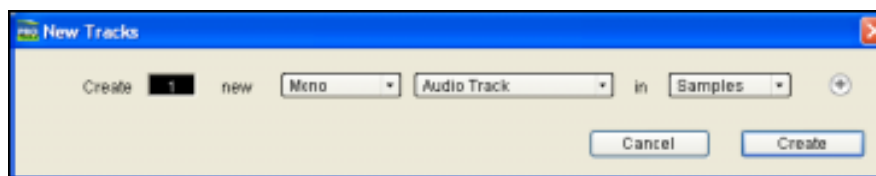


Figura 15: Pantalla de creación de nueva pista de Pro Tools

3. Asigne un nuevo nombre a la pista. Los nombres de pista se utilizan para designar automáticamente regiones y archivos de audio grabados.
4. En la ventana “Edit”, con la vista de entrada y salida activada, utilice el selector de ruta de entrada de la pista para asignar una entrada de hardware.

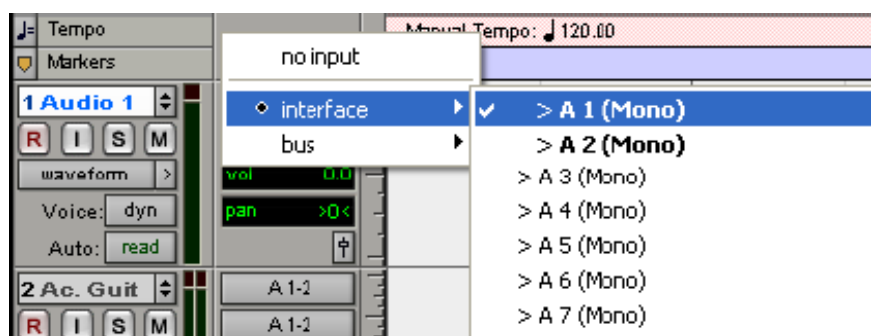


Figura 16: Pantalla de selección de ruta de entrada de Pro Tools

5. En la ventana “Edit”, con la vista de entrada y salida activada, utilice el selector de ruta de salida de la pista para asignar una salida de hardware.

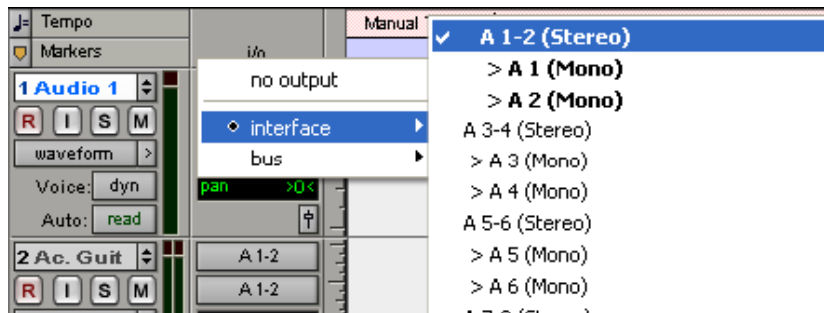


Figura 17: Pantalla de selección de ruta de salida de Pro Tools

6. En la ventana “Edit”, haga clic en el botón de activar la grabación para habilitar una pista de grabación. El botón de grabación parpadeará en rojo, mientras que el indicador de atenuación se iluminará en rojo de forma continua y el botón de grabación de la ventana “Transport” se iluminará en rojo de forma intermitente para indicar que hay al menos una pista preparada para comenzar la grabación.



Figura 18: Botón de grabación

7. Ajuste el nivel de salida de la fuente de sonido. Supervise los niveles de los medidores de la pista en Pro Tools para tener la seguridad de que obtiene la señal más alta posible sin que se produzca clipping, en castellano, saturación.
8. En la ventana de salida de la pista, ajuste los controles deslizantes del panorámico de audio y del atenuador de volumen. Esta configuración es sólo para fines de supervisión y no afecta al material grabado.

3.3.4. Fase IV: Almacenamiento y comprobaciones

Al finalizar el procedimiento anterior obtenemos un directorio nuevo donde se encuentra el archivo de sesión con extensión “.ptf”, un archivo wavecache, en el cual se almacenan todos los datos de presentación de formas de onda para la sesión, con extensión “.wfm” y varias subcarpetas (una carpeta Audio Files, una carpeta Fade Files, una carpeta Region Group y una carpeta Session File Backups).

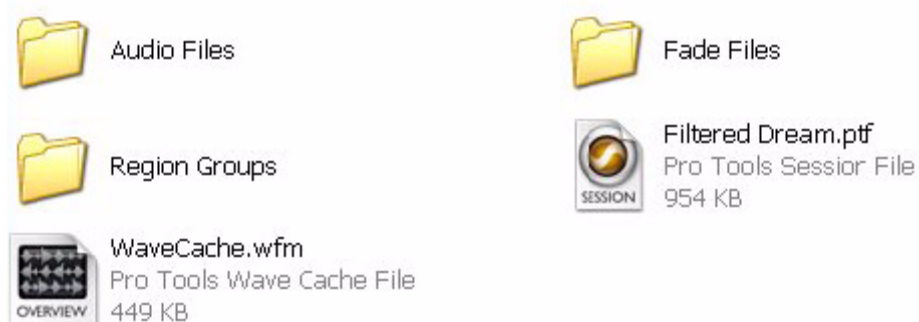


Figura 19: Directorio de guardado de Pro Tools

En la carpeta “Audio Files” encontramos los archivos de audio, almacenados en un formato de audio sin compresión tales como AIFF o WAV, en la realización de este proyecto se ha escogido el segundo.

4. PROCESO DE CORRECCIÓN DE AUDIO

4.1. Sony Sound Forge Pro 10

El software Sound Forge Pro 10 proporciona de forma eficaz y fiable a los editores y productores de audio un control absoluto sobre todos los aspectos que conforman la edición y masterización de audio. Aclamado por su potencia, estabilidad y flujo de trabajo excepcional, el software Sound Forge Pro 10 es la mejor forma de convertir audio sin pulir en un trabajo con acabado profesional. Con compatibilidad con audio de 24 bits a 192 KHz de alta resolución para lograr la máxima fidelidad de audio, así como una interfaz de usuario totalmente personalizable y mejoras en el flujo de trabajo, el software Sound Forge Pro 10 es la herramienta elegida por los profesionales de audio y material multimedia.

El software Sound Forge Pro 10 incluye herramientas de edición profesional y mejoras de flujo de trabajo para los más exigentes profesionales de audio. Usa la nueva edición precisa basada en eventos, procesa archivos de instrumentos musicales, edita metadatos de archivo fácilmente y realiza tareas de edición y procesamiento de archivos

estéreo y multicanal. Restaura con facilidad el audio de discos de vinilo, casetes, CD y muchos otros soportes. El paquete Noise Reduction 2 contiene los plugins Noise Reduction, Audio Restoration, Click and Crackle Removal y Clipped Peak Restoration. Usa estos plugins para solucionar problemas de audio comunes, como siseos de cintas, clicks y saltos, rescatar grabaciones dañadas y devolverlas a la vida.

La compatibilidad nativa de los plugins VST, incluida la automatización de parámetros, amplía el número de efectos que puede aplicar a sus archivos de audio, incrementando así su flexibilidad de masterización.

Dispone de la aplicación de conversión por lotes. Con esta función se pueden aplicar los mismos efectos y procesos a distintos archivos, con lo que ahorra tiempo en la edición. Convierte archivos de audio digital a diferentes formatos, incluidos MP3, WMA, AIF y RM, eliminando la repetición de tareas. Convierte tantos archivos como se desee de una sola pasada. También puede guardar y recuperar las secuencias de comandos por lotes que se utilicen con más frecuencia.

Hoja de características de Sound Forge Pro 10 según el fabricante:

Sound Forge Pro 10

Procesos

- **Nuevo:** SRC™ (conversión de velocidad de muestra) de 64 bits de iZotope
- **Nuevo:** Interpolación de MBIT+™ (conversión de profundidad de bit) de iZotope
- Conversor de canales
- Recorte automático
- Silencio
- Normalización de pico o nivel de RMS
- Panoramización y expansión de estéreo (admite mezcla medio-lateral)
- Plugins Graphic EQ, Paragraphic EQ y Parametric EQ
- Desplazamiento de CC
- Remuestreo
- Inversión (hacia atrás)
- Fundido de gráficos con modelado de ruido e interpolación
- Suavizado y mejora
- Fundido de entrada y salida
- Compresión y extensión de tiempo
- Inserción de silencios
- Volumen
- Inversión horizontal y vertical
- Conversor de profundidad de bit (a 8, 16, 24 o 32 bits)

Efectos

- **Nuevo:** Incluye el paquete Mastering Effects Bundle 2 de iZotope
- **Nuevo:** Plugin de DirectX® de extensión de tiempo y cambio de tono de élastique Pro de Zplane
- **Nuevo:** Plugin Resonant Filter
- Compatibilidad con efectos de plugins VST
- Automatización de efectos de plugins de DirectX®
- Administrador de plugins de DirectX
- Vista previa de efectos en tiempo real
- Plugin de audio Chainer sin modos
- Opciones de mezcla sin/ con efecto y crossfade
- Simulador de entornos Acoustic Mirror
- Amplitude Modulation
- Chorus
- Distortion
- Delay/Echo (Simple y Multi-Tap)
- Graphic Dynamics
- Multi-Band Dynamics
- Envelope
- Flange/Wah-Wah/Phaser
- Gapper/Snipper
- Noise Gate
- Pitch Bend/Shift
- Reverb
- Vibrato
- Compresor Wave Hammer/Potenciador de volumen

Herramientas

- **Nuevo:** Grabación de CD por disco integrada
- Noise Reduction 2.0
- Herramienta Spectrum Analysis™
- Medidores de fase y compatibilidad mono
- Tecnología GraceNote® MusiCD™
- Incluye CD Architect 5.2
- Creación de secuencias de comandos de aplicación
- Ventana de editor de secuencias de comandos
- Conversión por lotes
- Copia de estadísticas al portapapeles
- Extracción de CD con la función arrastrar y soltar
- Detección y marcado de picos saturados
- Síntesis FM con envolvente
- Generadores de ruido blanco, rosa, marrón y filtrado
- Síntesis sencilla con barrido
- Asignación de región automática (mediante golpes y medidas, o detección de picos)
- Bucle de crossfade
- Extracción de regiones
- Herramienta de búsqueda
- Preset Manager
- Herramienta de sampler
- Herramienta de estadísticas (Max, RMS, desplazamiento de CC y paso por cero)
- Síntesis del tono DTMF/MF

Edición y flujo de trabajo

- **Nuevo:** Edición basada en eventos
- **Nuevo:** Procesamiento de archivos de instrumentos musicales (.DLS, .SF2 y .GIG)
- **Nuevo:** Edición de metadatos mediante nuevas ventanas de metadatos
- **Nuevo:** Diseños de ventana personalizables
- **Nuevo:** Anclaje de ventanas flotantes
- **Nuevo:** Búsquedas con fichas en ventanas de datos maximizadas
- **Nuevo:** Tipos de fundido predeterminados en Preferencias
- **Nuevo:** Líneas de cuadrícula de selección personalizadas
- Edición y procesamiento de archivos multicanal
- Interfaz de usuario mejorada con personalización del color
- Herramienta de arrastre de audio
- Comandos de teclado JKL para arrastre
- Asignación del teclado personalizable
- Almacenamiento de rutas de proyecto en medios renderizados
- Edición no destructiva en tiempo real
- Operaciones sencillas de arrastrar y soltar
- Renderización en segundo plano multitarea
- Ventana del explorador de medios
- Historial de acciones de Deshacer/Rehacer
- Anclaje de ventanas

Grabación y reproducción

- **Nuevo:** Optimizaciones de rendimiento (caché de medios global)
- Grabación de audio multicanal
- Medidores de hardware con control de ganancia de salida
- Compatibilidad con controlador ASIO
- Grabación automática basada en tiempo
- Activación de grabación por umbral de audio
- Búfer de grabación previa
- Calibración automática para desplazamiento de CC
- Generación de código de tiempo MIDI/SMPTE
- Detección de fallos y cortes
- Opción de grabación por pinchazos
- Pre-giro al cursor
- Medidores de grabación y reproducción en tiempo real (VU/PPM y estándar)
- Función de grabación remota

Regiones y listas de reproducción

- Marcadores y reglas de región con función de ajuste
- Ventanas de lista de reproducción y lista de regiones
- Edición de campos
- Ordenación de listas
- Lista de reproducción no destructiva
- Asignación de nombre a marcadores, bucles y regiones
- Activación con secuenciadores
- Activación con dispositivos generadores de eventos MIDI
- Activación con dispositivos generadores de códigos de tiempo

Edición de muestras

- Teclado MIDI emergente para probar muestras
- Bucle sostenido (Sustaining Loop)
- Bucle de desvanecimiento (Release Loop)
- Ventana de afinación de bucle en tiempo real
- Generación/Recepción de código de tiempo MIDI
- Transferencia de muestras SCSI/SMDI o MIDI/SDS
- Bucle sostenido (Sustaining Loop) y bucle de desvanecimiento (Release Loop)

Sincronización

- Fotogramas absolutos
- Medidas y golpes
- Muestras, tiempo y segundos
- SMPTE con o sin caída
- Sincronización de película y EBU SMPTE
- Tiempo y fotogramas

Codificación y compatibilidad con video

- **Nuevo:** Compatibilidad con Broadcast Wave Format (.bwf) mejorada
- Exportación de Dolby Digital® AC-3
- Compatibilidad con el formato de Windows Media multicanal
- Opciones para renderizar y guardar vídeo (cambio de tamaño de vídeo rápido, eliminación de entrelazado, remuestreo de vídeo de origen y extensión de vídeo)
- Importación y exportación de Windows Media® 9 Series
- Importación y exportación de QuickTime® 6, exportación de RealMedia® 9
- Compatibilidad con archivos de vídeo DV de 24 fps
- Opción para compensar píxeles no cuadrados en la ventana de vista previa de vídeo
- Visualización de la animación exacta del fotograma de vídeo sobre la forma de onda
- Importación del formato .MOV y MPEG-1 y MPEG-2
- Compatibilidad con monitor externo mediante dispositivos DV e IEEE 1394
- Mantenimiento de sincronización perfecta mientras se trabaja con vídeo NTSC y PAL completo
- Sincronización de sonido y vídeo con precisión a nivel de subfotograma
- Diversas opciones de compresión de audio y vídeo

Herramientas para el software ACID™

- Publicación en ACIDplanet.com
- Creación de bucles para el software ACID
- Asignación de notas fundamentales, número de golpes y tempo

Formatos de archivo admitidos

Abre los siguientes: AA3*, AAC, AIF, ASF, AU, AVI*, CDA, DIG, DLS, DV, FRG, GIF, GIG, IVC, M2A, M2P, M2T, M4A, M4B, MMV, OGG, MOV, MP1, MP3, MP4, MPEG, vídeo MPEG-1 y MPEG-2, Sony MXF*, PCA, QT, RAW, SD, SFA, SF*, SND, TIF, VOB, VOX, W64*, WAV*, WMA* y WMV

Guarda los siguientes: AA3*, AC3*, AIF, ATRAC*, AU, AVI*, DIG, DLS, FRG, GIG, IVC, M1A, M1P, M2A, M2P, M2T, MMV, MOV, MP1, MP2, MP3, MP4, MPA, MPEG, vídeo MPEG-1 y MPEG-2, Sony MXF*, OGG, PCA, RAW, RM, SF2, VOX, W64*, WAV*, WMA* y WMV

* Formato multicanal admitido

4.2. Problemas detectados en las grabaciones

Las grabaciones procesadas presentan una serie de problemas acústicos debido al formato, forma, lugar y fecha de su grabación

4.2.1. Ruido de fondo

El principal problema encontrado a la hora de procesar los dos conjuntos de grabaciones asignados es el ruido de fondo, inherente al soporte de grabación, cintas magnéticas (cassettes), y al largo periodo de tiempo que ha pasado desde su grabación, entre 15 y 30 años.

La cinta magnética consiste en una capa delgada capaz de grabar una señal magnética, soportada por una película más gruesa o soporte. La capa magnética, o recubrimiento superior, consiste en un pigmento magnético suspendido dentro de un polímero aglutinante. Con el paso del tiempo, y dependiendo de las condiciones de almacenaje, la cinta magnética se degrada, produciendo daños en la grabación y posiblemente en el propio soporte físico. Estos daños pueden deberse a la degradación del aglutinante, a la pérdida de lubricante, a distintas inestabilidades de la partícula magnética o a deformación del sustrato.

La restauración digital de audio ha sido uno de los desarrollos más importantes que han contribuido a la conservación de muestras de audio. La degradación de las grabaciones analógicas está basada en el contacto continuo entre las superficies la cual genera un desgaste físico del medio, obteniendo como resultado la degeneración de la calidad.

La deformación de las superficies, generan sonidos no deseados, los cuales son conocidos como clicks, scratches y otros, efectos a añadir a las posibles degradaciones incorporadas ya en el momento de la grabación como puede ser el ruido de fondo.

Gran cantidad de las grabaciones tienen una enorme cantidad de ruidos, dentro de los cuales podemos reconocer los siguientes:

1) Ruido blanco

Es uno de los ruidos más comúnmente encontrados en grabaciones analógicas, especialmente en las de los discos de vinilo, y es audiblemente reconocido como un sonido de fondo, en cualquier grabación. Este ruido está compuesto por múltiples

frecuencias, por lo que tiene presencia en todo el espectro. Es uno de los más difíciles de eliminar. En la realidad el ruido blanco se manifiesta mostrando su presencia en toda la banda de frecuencias en la que se ubica el espectro del audio (aproximadamente entre 100 a 20 KHz).

2) Ruido impulsivo

El ruido impulsivo, se manifiesta como una perturbación de muy alta amplitud, consecuencia de una deformación del micro surco en el que se encuentra grabado el audio. Puede aparecer de manera aleatoria dentro de la pista, por lapsos muy breves de tiempo. Visualmente se puede reconocer como un pico muy pronunciado que escapa a las amplitudes del audio analizado.

3) Ruido scratch

Son secuencias cortas de distorsión producidas por el desgaste o ralladura mecánica de las superficies. Audiblemente, se perciben como un zumbido de alta frecuencia de corta duración.

El ruido mayoritario en las grabaciones tratadas se caracteriza por ser un ruido que aunque está distribuido por todo el espectro de frecuencias se hace más intenso en las frecuencias medias y altas. En términos de frecuencia, la voz humana está normalmente entre el rango de 40 Hz y 1100 Hz (lo que equivale en una escala musical desde mi_2 al do_6) considerando todo el rango de voces masculinas y femeninas, teniendo en cuenta este dato el efecto que produce el ruido de fondo anteriormente mencionado es similar a un silbido en los silencios de la grabación y enmascarando buena parte del mensaje a transmitir por el hablante, ya que abarca todo el rango frecuencial de la voz humana.



Figura 20: Espectro en frecuencia del ruido de fondo presente en las grabaciones

4.2.2. Inteligibilidad del mensaje

El lenguaje humano requiere el uso de un sistema de comunicación que permita un intercambio de información fiable y sin distorsiones entre individuos y grupos. Un sistema de comunicación está formado por elementos que interactúan entre sí: emisor, mensaje, código, canal, contexto y receptor. En el caso que nos ocupa el emisor es el hablante; el mensaje es el testimonio a transmitir; el código son las emisiones acústicas correspondientes a la lengua hablada; el canal es la cinta magnética el contexto es una serie de elementos subjetivos u objetivos que afectan al proceso de comunicación, por ejemplo la atención, el interés, las distorsiones y el ruido; y el receptor es el oyente.

Los sonidos emitidos pueden ser sonoros o sordos. Los sonoros corresponden a las vocales y a algunas consonantes (n, m, b, g, entre otras) y se caracterizan por una altura musical. Los sordos son de tipo oclusivo o explosivo (p, t, k), en los que se libera repentinamente una sobrepresión, o fricativo (s, f, j), en los que el aire fricciona al atravesar el espacio restringido entre dos elementos articulatorios. No producen sensación tonal.

Todos los sonidos pueden ser analizados espectralmente. Así como el espectro luminoso indica los colores puros contenidos en la luz, el espectro sonoro especifica los tonos puros que contienen un sonido o ruido. Cada tono puro corresponde a una única frecuencia. Ejemplos de tonos puros son el silbido o el sonido del diapasón. El espectro es

importante porque la primera acción que realiza el oído al percibir un sonido es efectuar un análisis de espectro (por ello se afirma que la audición es un sentido analítico). La percepción está, entonces, fuertemente condicionada por el contenido espectral.

El espectro de los fonemas sonoros contiene una frecuencia fundamental y algunas frecuencias múltiplos, también denominadas armónicos. Así, por ejemplo, podemos tener un sonido que contiene 100 Hz, 200 Hz, 300 Hz, etc. Este sonido evoca una altura igual a la de un tono puro de 100 Hz; es decir, los armónicos se funden en el sonido fundamental, produciendo un timbre más lleno y distintivo pero sin cambiar su altura.

Los fonemas sordos, en cambio, contienen una gran cantidad de tonos puros superpuestos que se interfieren entre sí dando una sensación neutra, sin altura definida. En este sentido se emparentan con ruidos como el ruido blanco, que posee todos los tonos audibles en igual proporción (el nombre surge por analogía con la luz blanca, que contiene todos los colores en igual proporción. Otra característica importante para la inteligibilidad es la energía acústica. Así, las consonantes sordas tienen en general menos energía que las consonantes sonoras y las vocales. En contraste, confieren mayor cantidad de información, ya que si en un texto se pierden las vocales es relativamente simple reconstruirlas, lo cual no ocurre si se pierden las consonantes.

El ruido afecta de tres maneras la percepción de la palabra hablada: por alteración del espectro, por enmascaramiento y por confusión de patrones temporales. Cuando un ruido se superpone a un sonido útil, el espectro resultante difiere del original, y dado que la percepción se inicia con un análisis de espectro, resulta un patrón espectral alterado que dificulta su interpretación.

El fenómeno de enmascaramiento consiste en que si junto a un sonido se presenta otro de intensidad bastante mayor (por ejemplo 20 ó 30 dB mayor), el primero se vuelve completamente imperceptible. Cuando los sonidos enmascarados son los correspondientes a la palabra hablada, el resultado puede ser la pérdida de inteligibilidad. El enmascaramiento puede ser total o parcial. En el primer caso se enmascararía toda la emisión vocal, como sucede al intentar hablar en tono normal dentro de una fábrica ruidosa. En el segundo caso, se enmascaran los sonidos más débiles, o las sutiles diferencias que permiten distinguir una consonante de otra. Este enmascaramiento parcial también afecta a la inteligibilidad ya que

los sonidos perdidos suelen ser portadores de la mayor parte de la información. Por ejemplo, la confusión de la “s” por una “j” en la palabra “casa” la transforma en “caja” cambiando completamente el sentido.

Por último, cuando un ruido intermitente como puede ser el de golpes o impactos inclusive débiles se superpone a una emisión vocal, algunas consonantes de similar perfil temporal, como la “c” y la “t”, pueden confundirse.

Existen varios ambientes en los que la pérdida de inteligibilidad por ruido es frecuente. En primer lugar están los ámbitos escolares, que en muchos casos son acústicamente deficientes tanto en lo relativo a acondicionamiento interior como a aislamiento del ruido externo. Hay dos grupos de riesgo en las escuelas: los niños pequeños, y los docentes. Una mala inteligibilidad puede ocasionar a los niños un aprendizaje incorrecto. Los docentes, por otra parte, procurando evitar dicho inconveniente, fuerzan excesivamente la voz, causándose trastornos fónicos.

En los ambientes laborales, sobre todo en la industria, suelen tener problemas de ruido que reducen la inteligibilidad. El resultado puede ser la mala interpretación de una orden o instrucción.

En el comercio, donde frecuentemente es necesario intercambiar información sobre productos o servicios, la pérdida de inteligibilidad puede conducir a información errónea, o a un esfuerzo excesivo por parte de vendedores y clientes para comunicarse. Curiosamente, en muchos casos esto se debe a la presencia de música funcional provista con la idea equivocada de proveer una estadía más confortable para el cliente.

Finalmente, en los lugares de esparcimiento se observan también serias dificultades para la comunicación. Los restaurantes y bares, en los que es frecuente no sólo la música funcional sino televisores, ruidos de vajilla, pedidos en voz alta de los mozos a los encargados de la cocina, se hace imposible a menudo tener una conversación normal. Los asistentes elevan la voz para intentar enmascarar al ruido, lo que no hace sino profundizar el problema, ya que el ruido ambiente aumenta. En las discotecas, locales de fiestas y similares el problema es todavía más grave, ya que los asistentes suelen ser jóvenes que se inician en la vida social o afectiva, lo que requeriría condiciones favorables para la comunicación, la reflexión grupal o en pareja. La asistencia a tales lugares se vuelve un acto meramente ritual,

sin oportunidad para el intercambio. Se transforman en meros consumidores. Al perderse la comunicación se pierde la capacidad de observar, de criticar, de imaginar.

4.2.3. Reverberación y eco

Otro de los problemas detectados en las grabaciones disponibles es, por decirlo de alguna manera, la propia grabación. Este hecho se da en dos posibles casos. El primero de ellos es en el que la grabación se ha realizado en una sala, o recinto, demasiado reverberante, como puede ser un caserío de piedra típico de nuestra tierra, provocando que a la grabadora llegue el mensaje no una sola vez sino que este persiste en el tiempo, es decir, aunque el informante termine una frase al comenzar la siguiente la grabadora registrara esta nueva frase y parte de la anterior.

El segundo de los casos mencionados en el párrafo anterior es el que se produce cuando la distancia entre la grabadora y el hablante era excesiva. Esto provoca que en la grabación realizada el audio objetivo, el testimonio del informante, quede en un segundo plano y llegue a la grabadora distorsionado, produciendo un efecto similar al eco.

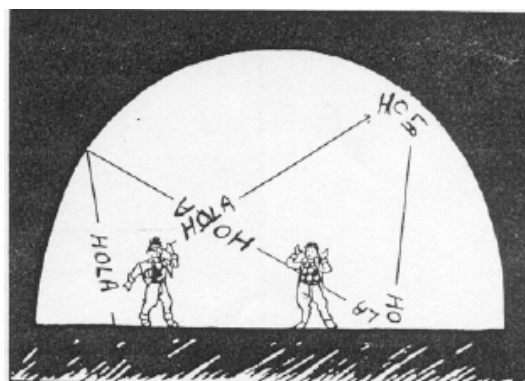


Figura 21: Reflexiones del sonido en una sala

En la primera de las hipótesis se produce el fenómeno acústico conocido como reverberación. Esta se produce cuando las ondas reflejadas llegan al oyente antes de la extinción de la onda directa, es decir, en un tiempo menor que el de persistencia acústica del sonido. Este fenómeno es de suma importancia, ya que se produce en cualquier recinto en el que se propaga una onda sonora. El oyente no sólo percibe la onda directa, sino las sucesivas reflexiones que la misma produce en las distintas superficies del recinto. Controlando adecuadamente este efecto, se contribuye a mejorar las condiciones acústicas de los locales tales como teatros, salas de concierto y, en general, todo tipo de salas. La característica que define la reverberación de un local se denomina tiempo de reverberación. Se define como el

tiempo que transcurre hasta que la intensidad del sonido queda reducida a una millonésima de su valor inicial.

En el segundo de los casos posibles el efecto que se percibe en la audición es conocido como eco. Este fenómeno consiste en escuchar un sonido después de haberse extinguido la sensación producida por la onda sonora. Se produce eco cuando la onda sonora se refleja perpendicularmente en una pared. El oído puede distinguir separadamente sensaciones que estén por encima del tiempo de persistencia, que es 0.1 s para sonidos musicales y 0.07 s para sonidos secos (palabra). Por tanto, si el oído capta un sonido directo y, después de los tiempos de persistencia especificados, capta el sonido reflejado, se apreciará el efecto del eco. Para que se produzca eco, la superficie reflectante debe estar separada del foco sonoro una determinada distancia: 17 m para sonidos musicales y 11.34 m para sonidos secos.

4.2.4. Grabación monoaural

Las grabaciones asignadas para este proyecto fueron grabadas en un tiempo en el que la norma en los dispositivos de grabación portátiles y al alcance de los investigadores que realizaron tales trabajos únicamente eran capaces de registrar sonidos en un único canal de audio. El objetivo del proceso desarrollado es por tanto solventar esta situación tratando de conseguir un sonido que imite las características del audio estereofónico.

Monoaurales o grabación y/o reproducción de sonido monofónico (comúnmente abreviado como mono) es aquella que se realiza en un único canal de audio. Normalmente, el sonido se reproduce y/o graba en un altavoz o micrófono, o bien se reproduce el mismo sonido por dos altavoces diferentes, en el último caso los canales se alimentan de una ruta de señal común.

Si bien el sonido monoaural ha sido sustituido por el sonido estéreo en la mayoría de aplicaciones de entretenimiento, sigue siendo el estándar para las comunicaciones radiotelefónicas, las redes telefónicas, y bucles de inducción de audio para usar con audífonos. Además algunas emisoras de radio siguen usándola ya que una señal mono tiene una ligera ventaja en potencia de la señal. También está presente en los cilindros fonográficos, los discos de 78 rpm y 16 $\frac{2}{3}$ anterior, 33 $\frac{1}{3}$, y 45 rpm microsurco y en la radio

AM.

Es imposible que un disco produzca el efecto completo de una orquesta si todo el sonido procede de un solo altavoz. El sonido de la orquesta viene de una superficie de unos 20 metros de ancho y unos 10 metros de profundidad.

Cuando se registra en un solo canal (monoaural), en un disco o cinta magnética, el sonido se comprime, finalmente, en un solo altavoz de unos 20 a 25 centímetros de diámetro. Al escuchar este disco, no se tendrá la impresión de asistir a un concierto, aunque los micrófonos estén muy bien dispuestos durante el registro y se hayan conservado todas las notas. Al sonido en un solo canal (monoaural) le falta dimensión. Con dos altavoces y dos canales de sonidos separados, la reproducción puede ser mucho más real.

El hombre tiene dos oídos. Cuando escucha el sonido en una sala de conciertos, este llega a todas las direcciones. Los sonidos recorren caminos ligeramente distintos para llegar a sus dos oídos, de manera que cada uno recibe una selección diferente. De las dos selecciones, el cerebro humano puede reunir los sonidos en tres dimensiones y localizarlos. Resulta evidente que el sonido proviene de una zona mucho más amplia. Para el registro de un disco estereofónico se utilizan, normalmente, seis micrófonos, que se distribuyen de varias maneras. Los canales se integran, por último, en dos, para conseguir una grabación en dos canales, que es la que más se parece al sonido real. Otro procedimiento consiste en colocar dos micrófonos en una cabeza artificial, separados unos centímetros. La diferencia entre los sonidos que recibe cada micrófono es parecida a la que detectan los dos oídos humanos.

Los canales izquierdo y derecho se registran, en forma de ondulaciones, en ambos lados del surco espiral continuo grabado en el disco. Las ondulaciones en un lado producen un canal y las del otro lado, el otro canal restante. La aguja ("púa") se introduce en el surco y se mueve de un lado al otro. El movimiento complicado que realiza la guja se analiza en la cabeza del "pick-up", manteniéndose los dos canales separados. Así, las ondulaciones de un lado se convierten en un canal de sonido y las del otro lado, en otro canal. En la cabeza del "pick-up" del tocadiscos, los movimientos se transforman en oscilaciones eléctricas. Esto se puede conseguir colocando dos cristales piezoeléctricos en la cabeza del "pick-up"; sin embargo, con un solo cristal, tallado de manera apropiada, es posible obtener dos canales de

impulsos eléctricos separados.

En la grabación, los sonidos se registran como variaciones en el magnetismo de un recubrimiento magnético que reviste un todo de la cinta. Cuando se graba, la cinta pasa entre los dos polos de un electroimán potente. La distancia entre los polos es, ciertamente, muy pequeña y el campo magnético entre ellos varía con la señal eléctrica que llega a la bobina enrollada sobre el imán. La señal contiene la versión eléctrica de las vibraciones sonoras. En la mayoría de los magnetófonos, el sonido no se registra en todo el ancho de la cinta, la cual se divide en dos o cuatro "pistas". En un magnetófono de cuatro pistas, el electroimán se halla dividido en dos partes, cada una de las cuales esta magnetizada por una bobina distinta.

En un magnetófono estereofónico, las bobinas pueden actuar separadamente y al mismo tiempo sobre su parte del electroimán. Los dos espacios entre los polos están uno encima del otro, por lo que cada canal de música puede grabarse, simultáneamente, en distintas pistas de la cinta. Cuando se pasa la cinta, para que produzca el sonido ocurre todo lo contrario. Normalmente, el mismo electroimán sirve para grabar y reproducir. Cuando la cinta pasa de nuevo por el entre-hierro del electroimán, las variaciones en el campo magnético, grabadas en la cinta, producen las mismas mutaciones en el campo magnético del electroimán, las variaciones en el campo magnético, grabadas en la cinta, producen las mismas mutaciones en el campo magnético del electroimán. Cada pista produce sus propias variaciones, que recogen las bobinas del electroimán en forma de señales eléctricas, las cuales son amplificadas posteriormente.

4.3. Solución propuesta

En este epígrafe se explica la solución que se ha adoptado para corregir los problemas detectados en las grabaciones. Se ha diseñado un procesado valido para todas las grabaciones, con el fin de facilitar el trabajo posterior en la entidad destinataria de este trabajo una vez concluido el mismo y, además, dotarla de una potente herramienta de trabajo para realizar trabajos similares al actual, restauración de grabaciones, eliminación de ruidos, etc...

4.3.1. Estructura

La solución propuesta se basa en dos características ofertadas por el software Sound Forge Pro 10. La primera de ellas es el encadenado de plugins, consistente en poder aplicar un efecto o proceso acústico sobre la acción uno anterior. La segunda, la que se aborda de manera más extensa en puntos sucesivos es el procesamiento por lotes.

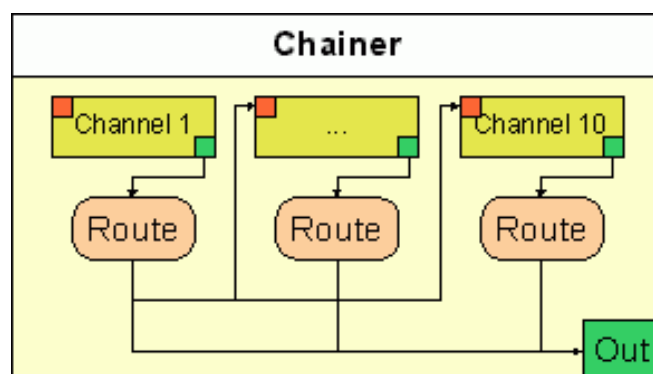


Figura 22: Encadenado de plugins

Además, el orden de aplicación de los distintos procesos queda definido por el efecto producido, es decir, si se cambiara el orden de aplicación el resultado no sería el adecuado, a

parte de poder provocar un error en el propio programa, que abortaría el proceso desde el punto erróneo en adelante.

En los siguientes apartados se describen los diferentes efectos y procesos aplicados, así como su configuración para este proyecto y su resultado.

4.3.2. Channel Converter

4.3.2.1. Descripción

El convertidor de canales es una función utilizada para convertir archivos mono en estereo o viceversa con control independiente del nivel para cada uno de los canales, cambiar el número de canales en un archivo de audio, para invertir el orden de canales, o para entremezclar los canales de un archivo que tenga varios. También puede ser usado para invertir los canales de un equipo de música o archivo, para crear interesantes efectos de paneo. El convertidor de canales de Sound Forge Pro 10 admite formatos multicanal para una mezcla más sencilla de archivos multicanal a estéreo o mono.

4.3.2.2. Objetivo

El objetivo de esta fase de la cadena acústica no es otro que convertir el fichero de audio digitalizado usando únicamente un canal, por lo que es audio mono, en uno que utilice dos canales, audio estereo.

4.3.2.3. Parámetros

Este efecto permite al usuario configurar los siguientes parámetros:

- Número de canales de salida, dando la posibilidad de crear audio multicanal.
- Porcentaje de cada fuente que se destina a cada canal de salida
- Fase de cada salida, permitiendo estar invertida

- Ganancia de la salida

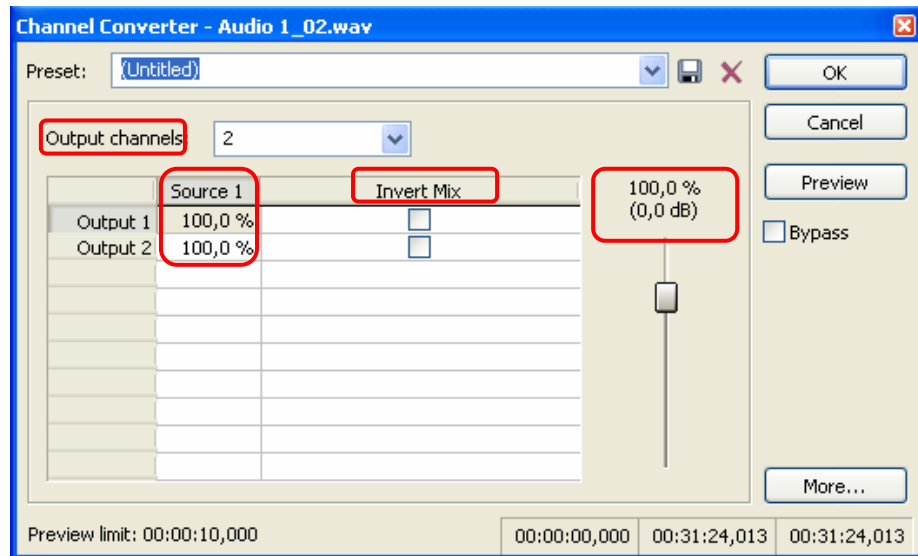


Figura 23: Ventana de configuración de Channel Converter

4.3.2.4. Configuración

Todos los procesos y efectos del programa permiten almacenar los parámetros elegidos en una variable preestablecida para ese fin, conocida como preset.

En este caso, como queremos convertir un audio mono en uno estereo, utilizaremos una de las preset's que incluye el propio programa, "Mono to Stereo – Invert phase pseudo stereo", la cual dirige el 100% del audio del canal original a cada uno de los nuevos canales pero uno de ellos con la fase invertida.

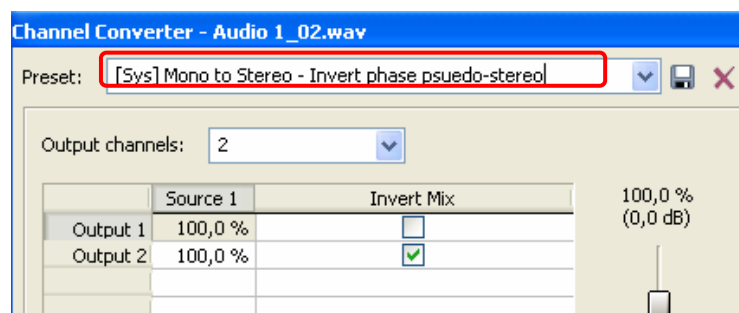


Figura 24: Ventana de configuración de Channel Converter con la preset seleccionada

4.3.2.5. Resultado

El resultado obtenido es el esperado, el archivo de audio pasa a tener dos canales de audio, que aunque sean iguales logran simular la grabación de la señal en estereo. De

esta manera se enmascaran algunos de los problemas de inteligibilidad y se consigue una audición más agradable para el oyente.

4.3.3. Sony Graphic EQ

4.3.3.1. Descripción

El ecualizador gráfico es un procesador de sonido que nos permite particionar y obtener porciones de la señal de audio original y alterar su nivel de volumen en forma independiente.

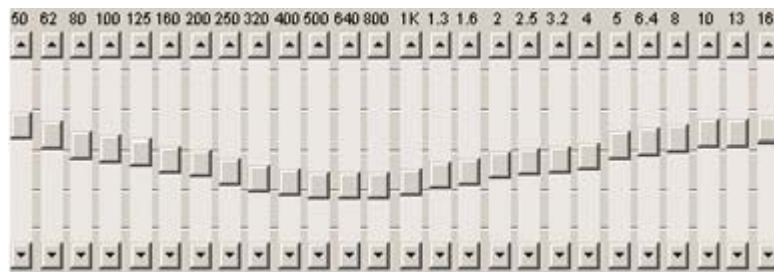


Figura 25: Ecualizador grafico

El ecualizador gráfico cuenta con una cierta cantidad de potenciómetros deslizables llamadas bandas, podemos encontrarnos con 10 o 20 en el caso del ecualizador de la casa Sony.

Cada banda se encarga de aumentar o disminuir la señal (volumen) de una frecuencia determinada, estas van desde los 20 Hz, hasta los 15 KHz, si bien el limite teórico son 20 KHz.

4.3.3.2. Objetivo

El objetivo de esta fase de la cadena acústica es el de tratar de hacer mas evidentes las diferencias entre el ruido y la voz: para lograrlo se implementará una curva en el ecualizador especialmente diseñada para tal tarea.

4.3.3.3. Parámetros

Este efecto permite al usuario configurar los siguientes parámetros:

- Número de bandas, dando la posibilidad elegir entre 10 y 20.
- Potenciómetros de cada una de las bandas.
- Precisión “Accuracy”, permite determinar un equilibrio entre precisión y velocidad de procesamiento del filtro
- Ganancia de la salida

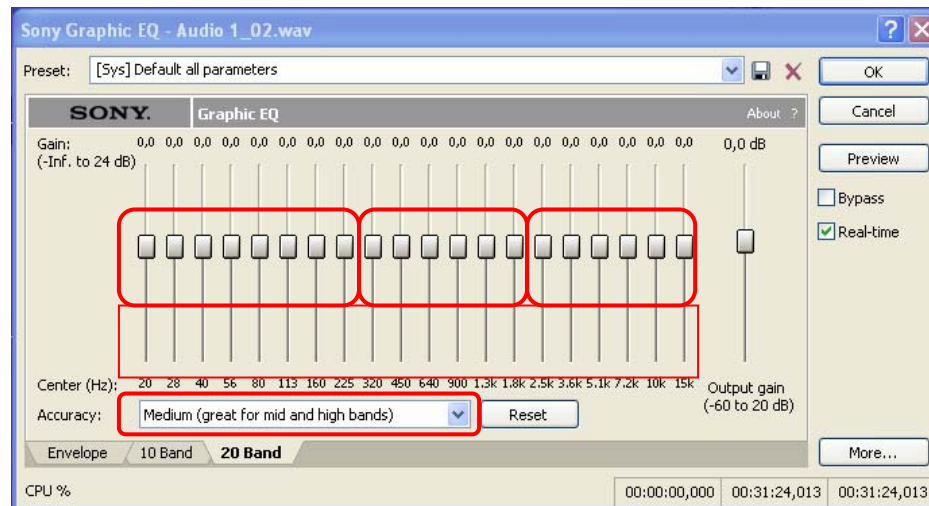


Figura 26: Ventana de configuración del ecualizador

4.3.3.4. Configuración

En este caso, debemos crear una nueva preset que satisfaga el propósito para el cual implementamos este paso.

Para ello nos basamos en el espectro de frecuencias del extracto de ruido de fondo, observamos que en las bandas medias es donde hay mayor concentración de componentes frecuenciales. Por tanto, configuramos los potenciómetros de esas bandas para que se produzca una reducción mayor en ellas. Así mismo incrementamos el resto de bandas para que la voz en ellas (y también la parte correspondiente del ruido), se potencie. Aunque el ruido está presente en todas las bandas de frecuencia, las medias son las que más presencia le otorga.

Por último almacenamos la preset, en un directorio propio para ello, para poder utilizarla más adelante sin tener que volver a crear la curva en el ecualizador cada vez que tenga que ser usado.

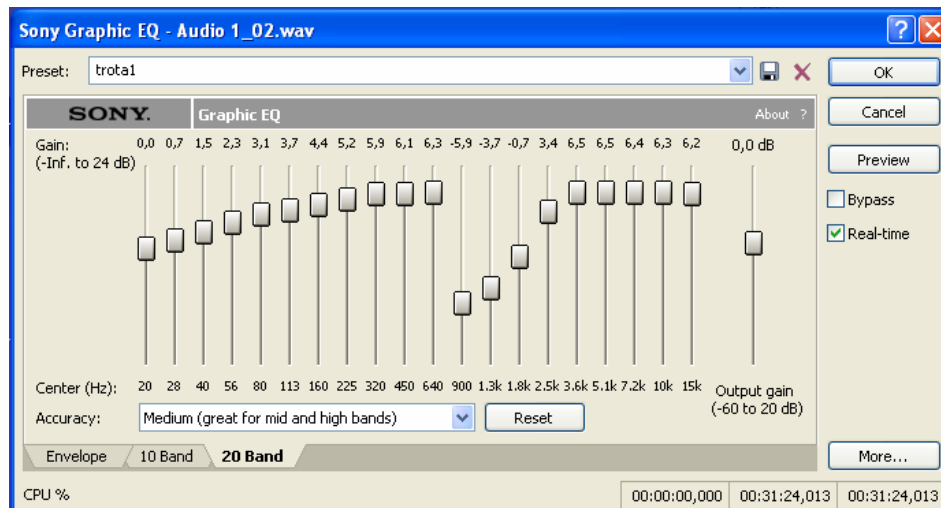


Figura 27: Ventana de configuración del ecualizador con la preset seleccionada

4.3.3.5. Resultado

El resultado obtenido es el esperado, la voz se distingue más del ruido, pero por el contrario se obtiene una voz ligeramente más grave que la original, ya que a parte de información del ruido también se pierde información de la señal de voz.

4.3.4. Waves RVox

4.3.4.1. Descripción

Waves creó el Renaissance Vox (RVox) para responder a las demandas del mercado: una forma fácil de ajustar procesador que entrega un sonido de gran calidad, con rapidez.

Renaissance Vox utiliza la tecnología que la compañía Waves ha estado desarrollando durante los últimos años, pero para un fin diferente, que consolida varios controles en sólo dos parámetros. Las tecnologías de compresión y limitación se han combinado en un solo control que ajusta la cantidad de cambio dinámico, al tiempo que implementan un sistema de auto ganancia automático.

En el propio plugin se ha añadido un expansor “hacia abajo”, downward, para limpiar

suavemente el ruido de fondo, conformando así lo que es el segundo control. El control de salida de la señal ha sido añadido a especificar el nivel de salida máxima.

4.3.4.2. Objetivo

El objetivo de esta fase de la cadena acústica es el de dar mayor presencia, traer a un hipotético primer plano la señal de voz. Esto es vital en los casos en los que hay un ligero eco o problemas leves de reverberación: en el resto de casos también se mejora considerablemente la audición.

4.3.4.3. Parámetros

Este efecto permite al usuario configurar los siguientes parámetros:

- Control de compresión, permite ajustar la cantidad de sonido comprimido que desee; es mejor si se puede determinar esto con una exactitud razonable a fin de evitar tener que ajustar el nivel de salida cada vez que cambie. Es decir, obtener el sonido que se quiera tener bastante cerca. A mayor compresión menor dinámica
- Puerta de la acción, se establece la cantidad deseada de reducción de ruido. Esto dependerá del nivel de mezcla, así que es recomendable que sea lo último en ajustarse.
- Ganancia de salida, al no haber control de ganancia de salida en el RVox, esta simplemente ajusta su canal fader (que suele ser posterior a la inserción) para el nivel correcto en la mezcla.

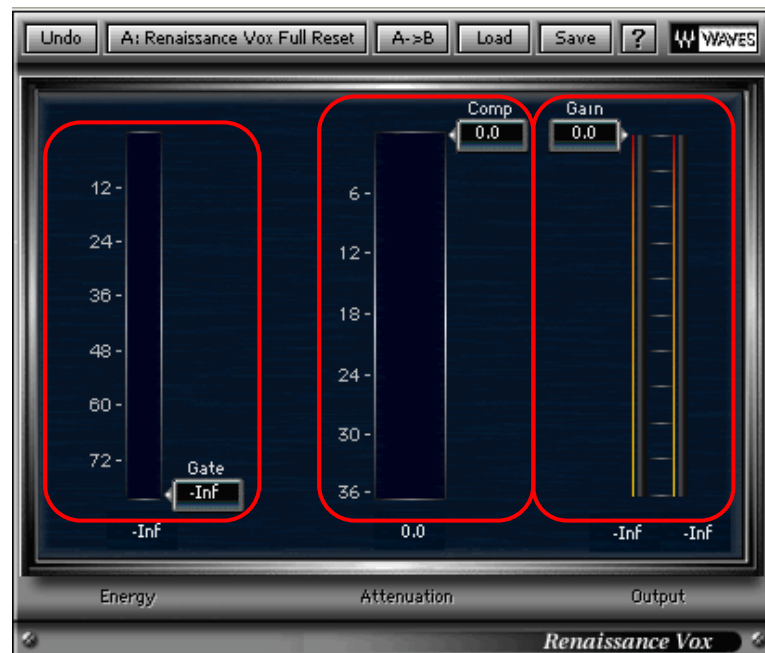


Figura 28: Ventana de configuración de RVox

4.3.4.4. Configuración

En este caso, debemos crear una nueva preset que satisfaga el propósito para el cual implementamos este paso.

Para crear una preset que nos sea útil para conseguir dar mayor presencia a la señal de voz de las grabaciones debemos configurar el nivel de la puerta a “-Inf”, estableciendo así que no se reduce en forma alguna la señal, no nos interesa implementar un filtrado de ruido, tal tarea se realizara más tarde. Además hay que establecer un nivel adecuado para el expansor-compresor, con el fin de que la operación afecte principalmente a la voz se ha elegido un valor de -6.0, de manera que lo que quede por debajo del valor establecido se ignora.

Por ultimo almacenamos la preset, en un directorio propio para ello, para poder utilizarla más adelante sin tener que volver a editar los parametros cada vez que tenga que ser usado.

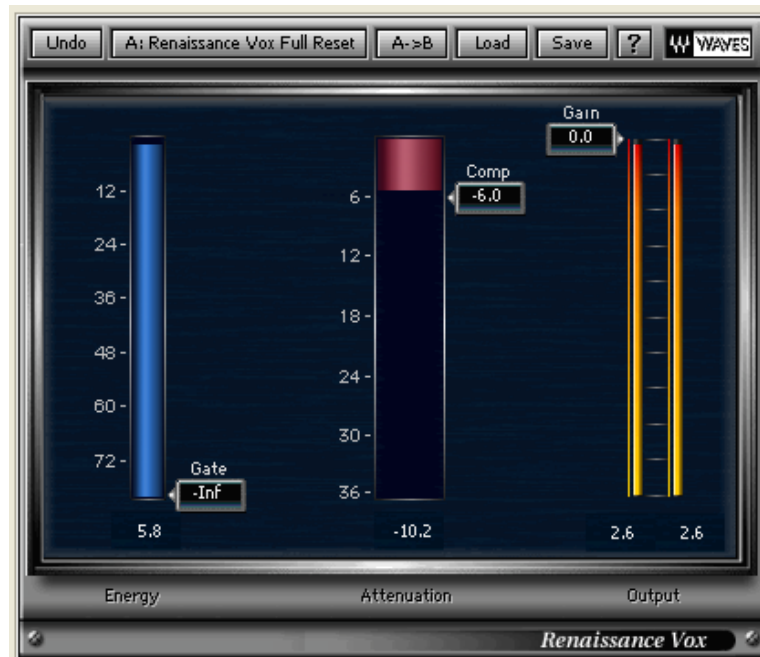


Figura 29: Ventana de configuración de RVox con la preset seleccionada

4.3.4.5. Resultado

El resultado obtenido es el esperado, la señal de voz se consigue hacer más ancha y consistente, en otras palabras se consigue una mayor calidez y cercanía de la voz del hablante.

4.3.5. Wave Arts MR Noise

4.3.5.1. Descripción

El algoritmo de reducción de ruido utilizado por el MR Noise es muy efectivo para eliminar el ruido con un espectro constante. El algoritmo MR Noise opera en el dominio de la frecuencia. En cada frecuencia, se compara el nivel de la señal con el nivel del ruido de fondo. Si el nivel de la señal es muy superior al ruido de fondo, que permanece constante, las señales cercanas al nivel del ruido de fondo se atenúan.

Esto es como tener una puerta de ruido funcionando en cada frecuencia, donde se establece el umbral de la puerta al nivel de ruido de fondo en esa frecuencia. MR Noise debe primero almacenar el espectro del ruido de fondo. Esto se hace mediante la búsqueda de una porción de la grabación donde sólo hay ruido. MR Noise recuerda

este espectro y lo utiliza para la eliminación de ruidos posteriores. MR Noise sólo requiere una muestra de ruido de corto tiempo, unos 50 ms, para aprender el espectro del ruido.

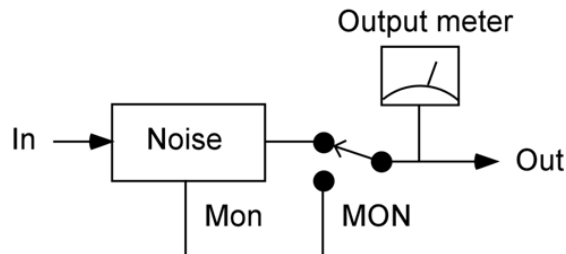


Figura 30: Esquema del plugin MR Noise

4.3.5.2. *Objetivo*

El objetivo de esta fase de la cadena acústica es reducir al máximo el ruido que quede en la grabación después de haber sido tratada en las fases anteriores, que han podido incrementar ligeramente el ruido que se había reducido mediante hardware en el proceso de digitalización.

4.3.5.3. *Parámetros*

Este efecto permite al usuario configurar los siguientes parámetros:

- Activar Monitor, activa / desactiva la función de monitor. Cuando el monitoreo es activado, la señal de salida consiste en la señal de ruido que se elimina mediante el propio plugin.
- Umbral, establece la cantidad de ruido de fondo que se compensa para iniciar la atenuación de la señal en niveles más altos que el ruido de fondo.
- Cantidad, establece la cantidad de reducción de ruido en dB. Esta es la cantidad máxima de atenuación para las señales que están en o por debajo del nivel de ruido de fondo.
- Tiempo de ataque, este parámetro establece el tiempo de ataque constante de la dinámica para cada frecuencia, es decir, cómo de rápido puede aumentar la

señal en cada frecuencia.

- Tiempo de liberación, este parámetro establece el tiempo de liberación constante de la dinámica para cada frecuencia, es decir, cómo de rápido una señal puede decaer en cada de frecuencia.
- Rodilla, la rodilla determina la rapidez con la que la atenuación se aplica a la señal.
- Aprender, permite el aprendizaje. Cuando el aprendizaje esta activado, se utiliza el espectro de la señal de entrada para conseguir un promediado del ruido presente en el para formar el espectro de ruido de fondo.
- Aprender tiempo, establece el tiempo de aprender a partir de 50 milisegundos a 5 segundos. El aprendizaje se detiene automáticamente después de que el período establecido.
- Modo automático, cuando se activa, el modo Auto anula el ataque y la liberación y los sustituye con tiempos que determina automáticamente sobre la base de un análisis transitorio de banda ancha.
- Ganancia, ganancia de salida en dB.
- Floor, los niveles de ruido en dB para el suelo del canal. Hay 31 parámetros que van desde 20 Hz a 20 kHz en intervalos de aproximadamente un tercio de octava.

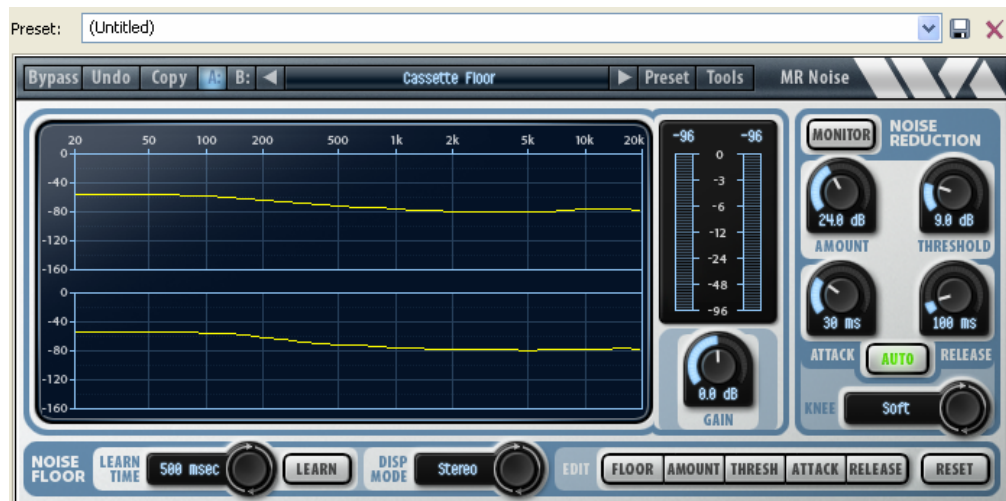


Figura 31: Ventana de configuración de MR Noise

4.3.5.4. Configuración

En este caso, debemos crear una nueva preset que satisfaga el propósito para el cual implementamos este paso.

Para crear una preset que nos sea útil para conseguir eliminar el ruido restante de las grabaciones tenemos que editar los parámetros de floor, umbral y cantidad.

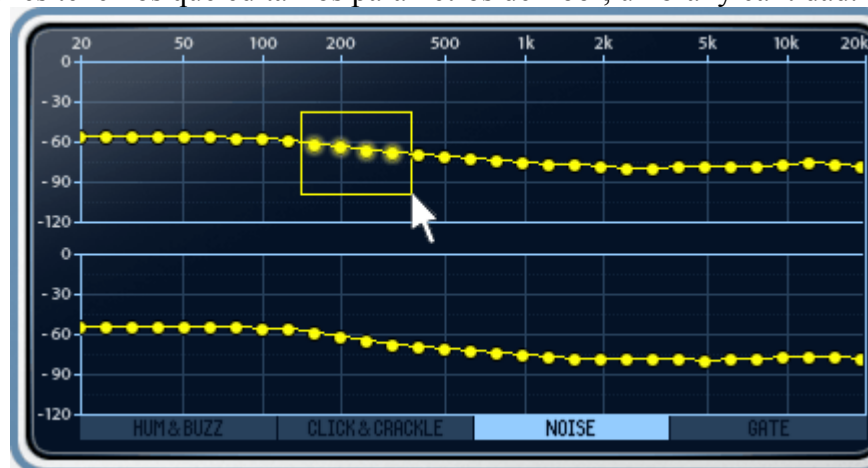


Figura 32: Edición del perfil de ruido de fondo

Para editar la curva del ruido de fondo, hay que editar el parámetro floor. Al hacer clic en el botón de editar floor se permite modificar el ruido de fondo existente manualmente. Cuando el botón se ilumina, un conjunto de 31 puntos de control se dibujan en cada una de las curvas de ruido de fondo. Las curvas pueden ser modificadas haciendo clic y arrastrando los puntos de control. También es posible hacer clic y crear una ventana de selección para seleccionar varios puntos. Después

de la edición es posible guardar en una preset propia los cambios en el perfil del ruido de fondo.

La curva está diseñada teniendo en cuenta el ruido presente en las distintas grabaciones, y debido a que este es muy parecido en todas ellas el perfil de la curva no tiene que ser reajustado para cada una de ellas. Sea atenua más a medias y altas frecuencias que a bajas, porque el ruido remanente sigue siendo el propio de las cintas magnéticas.

Además hay que ajustar los parámetros de amount, cantidad de ruido en dB's, y threshold, el umbral a partir el cual comienza la reducción. Para evitar una reducción demasiado dura establecemos en el primero una cantidad de 12 decibelios y configuramos el umbral a partir de 9 decibelios, cantidad suficientemente baja y que mejora la velocidad de aplicación del efecto que si se estableciera como valor cero decibelios.

Por ultimo almacenamos la preset, en un directorio propio para ello, para poder utilizarla más adelante sin tener que volver a editar los parámetros cada vez que tenga que ser usado.

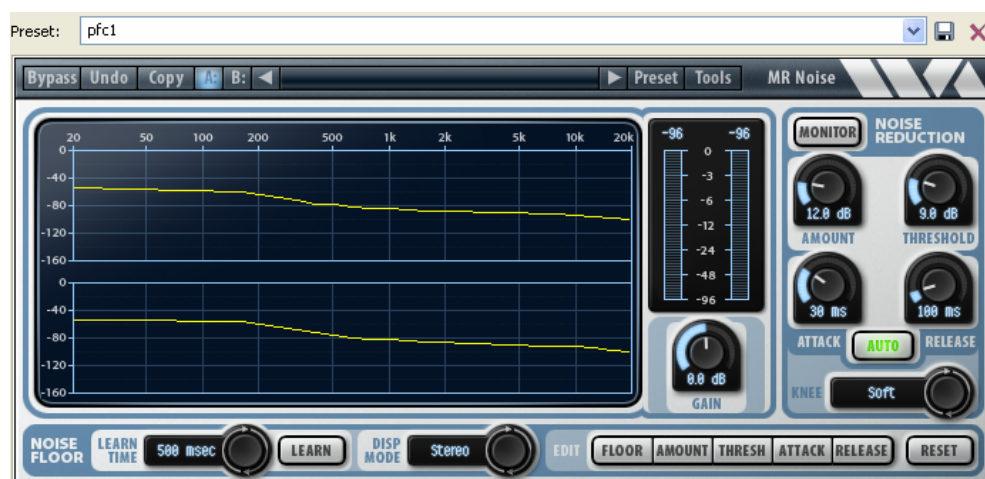


Figura 33: Ventana de configuración de MR Noise con la preset seleccionada

4.3.5.5. Resultado

El resultado obtenido es el esperado, la señal resultante contiene menos ruido de fondo que la señal de entrada, aunque en algunos casos puede incorporarse algún

artefacto ligeramente molesto para la audición, efecto que se corrige en las siguientes fases.

4.3.6. Waves Q10 Paragraphic EQ

4.3.6.1. Descripción

El Q10 es un ecualizador de 10 bandas paragráfico: cada banda ofrece una selección de cinco tipos de filtros: campana o de paso de banda, estante bajo, estante alto, paso bajo y paso alto. La amplitud del gráfico de frecuencias muestra la curva de frecuencia actual con los marcadores para las bandas individuales que aparecen como un signo más cuando la banda está activa y una letra “O” cuando está inactivo. Se pueden arrastrar con el ratón para ajustar los parámetros de las bandas individuales, y puede ser agrupado y trasladado en bloque, manteniendo los patrones de curva original con todos los cambios aplicados a todas las bandas seleccionadas de forma simultánea, se refleja en cada campo del parámetro asociado. Ambos canales también disponen de medidores de clipping, indicadores de pico de espera, inversión de fase independiente, y salida de control de nivel. El modo por defecto está relacionado 2-canal de operación, que es la forma habitual de trabajar en un archivo de sonido estéreo, pero el EQ para cada canal se puede ajustar de forma individual si es necesario. La ganancia se puede ajustar en 16dB en incrementos de 0,1 dB en el rango de frecuencia de 16Hz-13.57kHz, con control del ancho de la banda de frecuencias, llamado Q. Q es una manera de expresar el ancho de banda cubierto por un filtro con respecto a su frecuencia central medida en el punto-3dB (es decir, la mitad de su nivel original).

4.3.6.2. Objetivo

El objetivo de esta fase de la cadena acústica es aumentar todavía más la ganancia de las bandas de frecuencia de la señal de voz sobre el resto de componentes frecuenciales de la señal digitalizada.

4.3.6.3. Parámetros

Este efecto permite al usuario configurar los siguientes parámetros:

- Plug-in de 7 componentes, 1, 2, 3, 4, 6, 8 y 10 bandas.
- Fader de ganancia de entrada, de -24dB a 0dB.
- Fase, '+' (0°) o '-' (180°), para cada canal.
- Interruptor de Encendido/Apagado.
- Tipo pasa banda, estantería de bajos, estantería de altos, pasa bajos y pasa altos por banda.
- Ganancia, de -18dB a +18dB por banda.
- Frecuencia, de 16Hz a 21.357Hz.
- Q, de 0.5 a 100 por banda.
- Control modos de funcionamiento izquierdo, derecho o enlazado.
- Fader de ganancia de salida, de -24dB a +12dB.
- Equilibrado, ajuste automático de la ganancia de salida de acuerdo al nivel del pico.
- Medida de salida, de -30dB a 0dB con indicadores de saturación y de sostenimiento de pico.

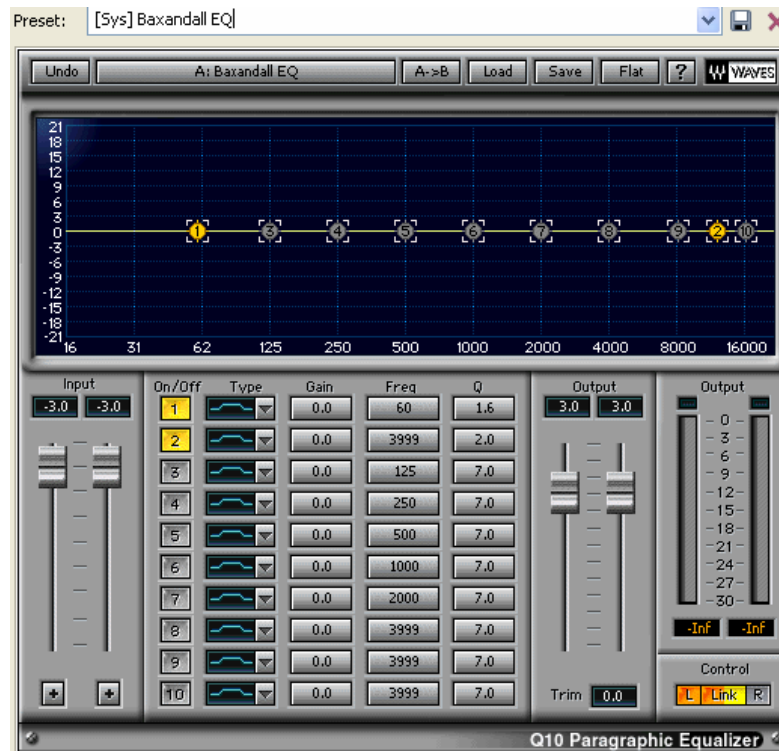


Figura 34: Ventana de configuración del ecualizador paragráfico

4.3.6.4. Configuración

En este caso, debemos crear una nueva preset que satisfaga el propósito para el cual implementamos este paso.

Para configurar adecuadamente este plugin es necesario tener en cuenta las características de la voz humana, principalmente su espectro de frecuencias. Como dicho espectro abarca aproximadamente desde los 50 Hz hasta los 4 KHz, creamos una curva que otorgue mayor ganancia en ese rango de frecuencias. En la curva creada se ha añadido un rechazo de banda entorno a los 80 Hz ya que se detectó que una de las componentes frecuenciales más relevantes del ruido que quedaba se ubicaba en gran parte de las grabaciones en la mencionada frecuencia.

Para la elaboración de esa curva se ha seguido un sencillo procedimiento, ayudados por los indicadores de la parte inferior del plugin se colocan los distintos marcadores, seis en total, en sus respectivas frecuencias.

Por ultimo almacenamos la preset, en un directorio propio para ello, para poder utilizarla más adelante sin tener que volver a editar los parámetros cada vez que tenga que ser usado.

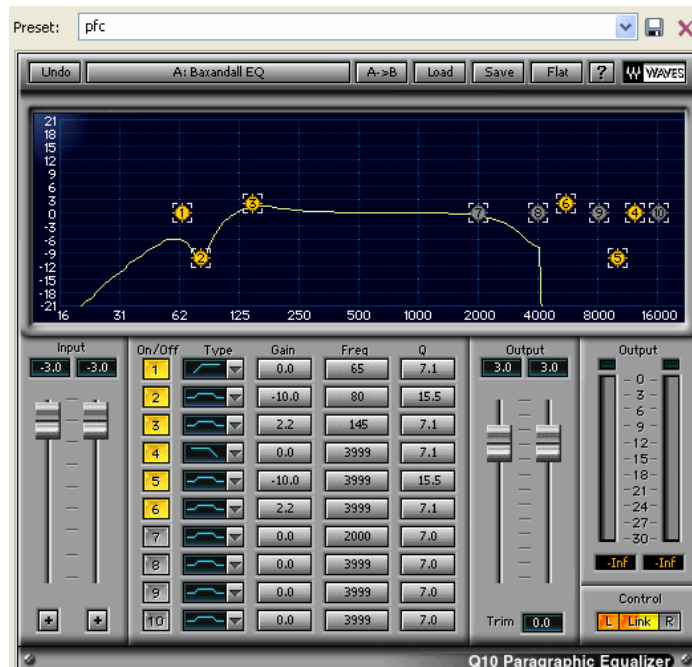


Figura 35: Ventana de configuración del ecualizador paramétrico con la preset seleccionada

4.3.6.5. Resultado

El resultado obtenido es el esperado, la señal de voz adquiere mayor ganancia, por lo que se escucha a mayor volumen que el resto de la señal.

4.3.7. Wave Arts MR Gate

4.3.7.1. Descripción

Una puerta de ruido es un dispositivo simple que conceptualmente permite el paso de señales de alto nivel y atenúa las señales de bajo nivel. Esto es útil para silenciar el ruido que se escucha en las secciones tranquilas entre las partes fuertes. Una puerta de ruido monitoriza el nivel de la señal de entrada, y si el nivel desciende por debajo de un umbral predeterminado, la señal se atenúa. El umbral se fija para estar justo por encima del nivel del ruido de fondo. La cantidad de atenuación aplicada depende del control de relación. La definición de relación es un tanto confusa, una proporción de

uno significa que no se aplica la atenuación a las señales que caen por debajo del umbral, mientras que una proporción de infinito significa que la señal es atenuada al máximo. Para otros coeficientes R , la atenuación es $(R-1)$ veces la diferencia entre la señal de entrada y el umbral.

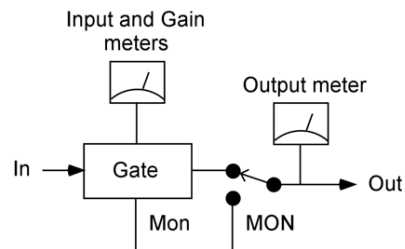


Figura 36: Esquema del plugin MR Gate

4.3.7.2. *Objetivo*

El objetivo de esta fase de la cadena acústica es eliminar todo aquello que tenga un nivel inferior al de la señal de voz, sea ruido original o algún artefacto incluido a lo largo de la propia cadena acústica.

4.3.7.3. *Parámetros*

Este efecto permite al usuario configurar los siguientes parámetros:

- Ratio, controla la cantidad de atenuación.
- Umbral, las señales de entrada se atenúan cuando caen por debajo del umbral establecido.
- Tiempo de ataque, establece el tiempo que toma para aumentar la ganancia.
- Tiempo de liberación, establece el tiempo necesario para reducir la ganancia.
- Rodilla, establece la forma de la rodilla, las opciones son suave, medio y duro.
- Ganancia, ganancia de salida en dB.



Figura 37: Ventana de configuración de MR Gate

4.3.7.4. Configuración

En este caso, debemos crear una nueva preset que satisfaga el propósito para el cual implementamos este paso.

Lo primero que debe hacerse a la hora de configurar este plugin es fijar un umbral adecuado a nuestras necesidades, es decir, que permita el paso de la señal de voz únicamente. Como la señal objetivo ha sido potenciada en fases anteriores el nivel a fijar es de -24 dB, como se aprecia en la grafica los valles de la señal quedan por debajo de tal nivel y son, consecuentemente, eliminados de la señal final. Después de que el umbral se fija, es posible ajustar el tiempo de liberación para obtener que el sonido resultante sea más natural. Para obtener los mejores resultados se ha de configurar el plugin para que coincida el tiempo de liberación de la puerta con el tiempo de liberación del sonido que se está procesando. Normalmente, este plugin contendrá el ruido de fondo, y tal vez provoque alguna desintegración de la cola de reverberación del sonido original.

Por ultimo almacenamos la preset, en un directorio propio para ello, para poder utilizarla más adelante sin tener que volver a editar los parámetros cada vez que tenga que ser usado.



Figura 38: Ventana de configuración de MR Gate con la preset seleccionada

4.3.7.5. Resultado

El resultado obtenido es el esperado, el ruido restante de la señal queda reducido considerablemente y se escucha la señal de voz con mayor claridad.

4.4. Procesamiento por lotes

4.4.1. Definición

Se conoce como sistema por lotes, o modo *batch*, a la ejecución de un programa sin el control o supervisión directa del usuario (que se denomina procesamiento interactivo). Este tipo de programas se caracterizan porque su ejecución no precisa ningún tipo de interacción con el usuario.

Generalmente, este tipo de ejecución se utiliza en tareas repetitivas sobre grandes conjuntos de información, ya que sería tedioso y propenso a errores realizarlo manualmente.

Los programas que se ejecutan por lotes suelen especificar su funcionamiento mediante scripts o guiones (procedimientos) en los que se indica qué se quiere ejecutar y, posiblemente, qué tipo de recursos necesita reservar.

Los tratamientos por lotes pueden funcionar sin la interacción humana, así que todos los datos de entrada son preseleccionados al comienzo del proceso a través de comandos específicos o parámetros preestablecidos por el usuario o el propio programa.

El extremo opuesto al procesamiento por lotes es el procesamiento interactivo: programas que precisan la interacción con el usuario (petición de datos, elección de opciones) para funcionar. Cada tipo de proceso es diferente y más adecuado en unas situaciones que en otras.

En un sistema por lotes existe un gestor de trabajos, encargado de reservar y asignar los recursos de las máquinas a las tareas que hay que ejecutar. De esta forma, mientras existan trabajos pendientes de procesamiento, los recursos disponibles estarán siempre ocupados ejecutando tareas.

Si el sistema está bien planificado, se alcanzan tiempos de ejecución muy altos, ya que los recursos disponibles están siendo utilizados casi continuamente.



El procesamiento por lotes presenta las siguientes ventajas e inconvenientes:

Ventajas	Inconvenientes
Permite compartir mejor los recursos de un ordenador entre muchos usuarios, al no competir por éstos de forma inmediata	El principal inconveniente de la ejecución por lotes frente a la ejecución interactiva es que hay que conocer y planificar cuidadosamente la tarea a realizar.
Realiza el trabajo en el momento en el que los recursos del ordenador están menos ocupados, dando prioridad a tareas interactivas.	Carece de supervisión por parte del usuario, cualquier tipo de error puede producir resultados inútiles o, simplemente, inexistentes.
Evita desaprovechar los recursos del ordenador sin necesidad de interacción y supervisión humanas continuas	

Figura 39: Tabla de ventajas e inconvenientes

4.4.2. Configuración en Sound Forge

El procesamiento por lotes en el software Sound Forge está implementado mediante una utilidad propia, denominada “Batch Converter”, conversor de lotes en castellano. En el presente epígrafe se explica la configuración llevada a cabo para este proyecto, de esta potente y cómoda herramienta desarrollada por Sony. Existe otra forma de llevar a cabo esta tarea, por medio de la implementación de un proceso de lotes mediante comandos, scripts, en un lenguaje propio del software.

El primer paso es, obviamente, acceder a la herramienta, para ello seleccionamos la opción “Batch converter” del menú de herramientas, tools, del programa. A continuación se lanzará la aplicación, compuesta de una única ventana con cinco pestañas y una pequeña barra de herramientas con las diferentes acciones de gestión de archivos, abrir, guardar, archivo nuevo.

En este punto debemos seleccionar los archivos que interesen procesar. Para realizar tal tarea los adjuntamos a la cola de trabajo mediante los botones “Add File” o “Add Folder”, dependiendo del tipo de trabajo: si es por archivos o por directorios, el resultando será idéntico en cualquiera de los dos supuestos.

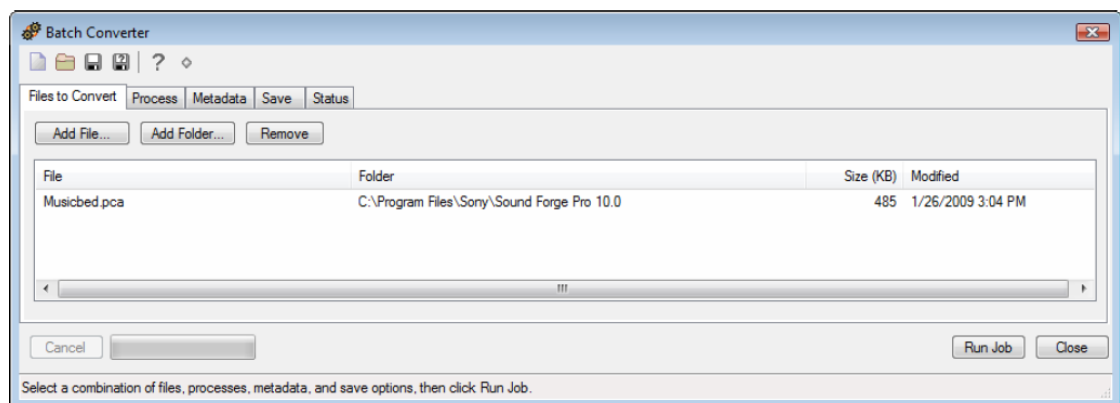


Figura 40: Ventana de carga de archivos

El siguiente paso es cargar el conjunto de efectos y procesos con sus correspondientes preset's, creadas en el proceso de corrección de audio y convenientemente almacenadas en el disco duro del sistema. Para ello hay que seleccionar la pestaña de procesos, process, del conversor. En este cuadro de diálogos encontramos la opción de selección de efectos y procesos, con una lista desplegable que contiene todos los efectos,

tanto propios como externos (plugins VST) del software. Una vez localizado el efecto en la lista se añade mediante el botón “Add Effect”. Además es posible especificar la preset deseada con la opción de “Change preset”. A cada uno de los efectos añadidos le asignamos la preset creada específicamente para este proyecto, a excepción del plugin “channel converter”, en el que hay que recordar que se utiliza una preset propia del sistema. También existe la opción de ordenar los plugins de la manera más eficaz, que según diferentes pruebas realizadas es el orden descrito en el apartado anterior de este proyecto.

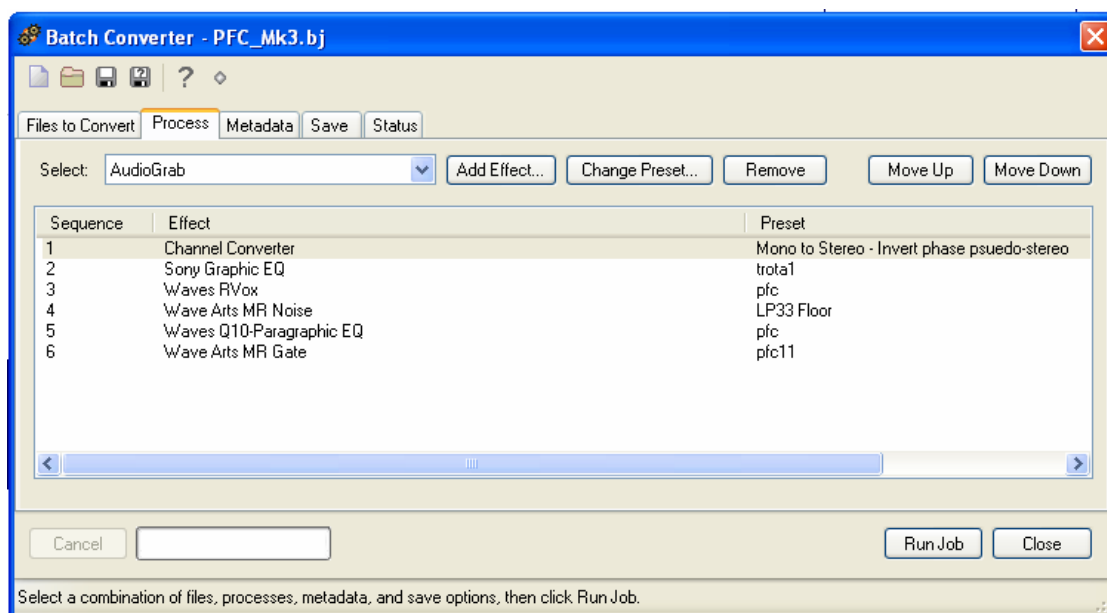


Figura 41: Ventana de encadenado de efectos y procesos

A continuación del paso anterior hay que especificar las diferentes opciones de guardado, que serán comunes para toda la cola de trabajo. En la correspondiente pestaña, “Save”, seleccionamos el botón de añadir opciones de guardado, “Add Save Options”, una vez hecho esto se abrirá una nueva aplicación en la que especificar diferentes parámetros. El primero de ellos es el formato de salida de los archivos, en nuestro caso podemos seleccionar la primera de las opciones, “same as source”, el mismo que la fuente en castellano, ya que el formato de entrada es wav sin compresión alguna y nos interesa que siga siéndolo, en pos de conseguir una mejor calidad de audición. En el segundo bloque de opciones disponibles se encuentra el nombre del archivo, que puede ser el mismo del de la fuente original o podemos especificar una denominación específica que se añadirá al nombre del archivo procesado. Para este proyecto se escogió la segunda opción con el fin de distinguir claramente los archivos originales y los procesados. En último lugar tenemos el parámetro que permite especificar una ubicación diferente en el disco duro del sistema de la de los archivos

originales. Con la misma motivación que el parámetro anterior se seleccionó un nuevo directorio para los archivos procesados, manteniendo la misma estructura de subdirectorios. Una vez terminado la especificación de todos los parámetros anteriormente descritos se selecciona el botón de aceptado, “Ok”, y se sigue con la configuración general de la herramienta.

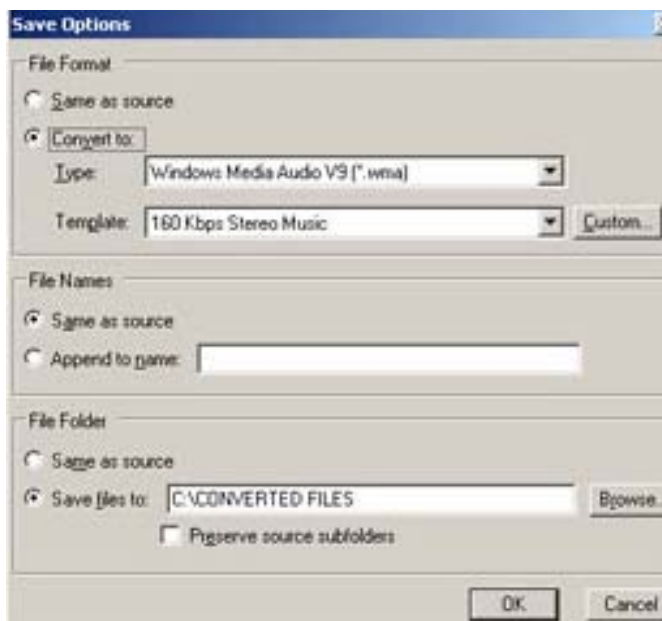


Figura 42: Ventana de edición de opciones de guardado

Aunque en este proyecto no se ha usado existe la opción de configurar una serie de metadatos para las grabaciones. La definición más simple de metadatos es “datos estructurados sobre los datos”. Los metadatos son información descriptiva sobre un objeto o recurso tanto si éste es físico como electrónico. A pesar de que los metadatos en sí mismos son relativamente nuevos, los conceptos fundamentales de los metadatos se han estado utilizando desde que se organizan las colecciones de información. Sound Forge, mediante la herramienta de procesamiento por lotes permite establecer diferentes metadatos para todas las grabaciones procesadas, como por ejemplo, autor, duración, etc... Es recomendable que en futuras actuaciones se pueda definir lo mas correctamente posible toda esa serie de parámetros para obtener una información mejor organizada, ya que no hay que perder de vista que este trabajo se ha realizado para una entidad que dedica su labor a recopilar, almacenar y distribuir testimonios de interés cultural en nuestra comunidad.

Una vez concluida la configuración, se procede a ejecutar la propia aplicación, seleccionando la opción de la parte inferior derecha del cuadro, “Run Job”. Entonces,

aparecerá en pantalla una pestaña de avance del proceso, en la cual se indica el estado del proceso y si se ha completado o no la aplicación de cada uno de los efectos configurados. Además se indicará si se da el caso de error en cualquier punto del proceso, fallos como aplicar un plugin específico para audio estereo a un archivo monoaural.

Para concluir la configuración de la herramienta se debe guardar todo el trabajo anterior, para ello se selecciona el botón de guardado de la parte superior izquierda del cuadro de diálogos y se determina la ubicación deseada en el disco duro para preservar la configuración de procesos y opciones de guardado de la herramienta. El archivo generado tendrá como extensión “.bj”, iniciales de “batch job”.

5. CONCLUSIONES Y FUTURAS LINEAS DE TRABAJO

Como se detallaba al inicio del documento, el principal objetivo de este proyecto ha sido el desarrollo de protocolos para la digitalización y tratamiento posterior de fondos sonoros del Archivo del Patrimonio Inmaterial de Navarra. El conjunto de procedimientos resultante cumple las especificaciones propuestas y satisface los objetivos.

Partiendo de una grabación en formato no digital, el sistema propuesto es capaz de, en primer lugar, digitalizar la información sonora presente en la mencionada grabación reduciendo la presencia de ruido de fondo en ella y posteriormente procesarla de manera que la audición final de la misma mejore a la original. Así, la implantación del sistema facilitará la adquisición de nuevos fondos a la entidad y automatizará el procesamiento acústico a la hora de tratar múltiples documentos con problemas similares.

El conjunto de protocolos desarrollado puede convertirse en la base para el desarrollo completo del Archivo, ya que permitirá a los desarrolladores del mismo trabajar con los fondos sonoros de una manera más rápida y eficaz de las utilizadas hasta el momento. No sólo a la hora de digitalizar los testimonios, sino también contribuyendo a la mejora de los mismos.

Además de todo lo especificado, se puede asegurar que la finalización completa del proyecto ha permitido satisfacer objetivos adicionales. El desarrollo de un proyecto de forma individual ha permitido la puesta en práctica de muchos conceptos hasta ahora teóricos. El desarrollo del proyecto lleva implícito un exhaustivo proceso de análisis y estudio del problema, con el fin de establecer una primera idea de solución. Éste, me ha servido para indagar en el mundo de la ingeniería acústica, aclarando conceptos hasta ahora confusos y adquiriendo nuevos conocimientos.

Por otro lado, es gratificante la familiarización con el entorno de trabajo y el tratamiento de archivos de audio con distintos tipos de software. Así como el aprendizaje y la aplicación del procesamiento por lotes que, en mi opinión, facilita considerablemente el trabajo a la hora de tratar cantidades importantes de archivos sonoros.

Evidentemente, no todos los aspectos a destacar tienen una valoración positiva. La implantación del procesado de corrección de audio no satisfacía en un primer momento algunos problemas presentes en las grabaciones. Esto supuso una reestructuración del mismo para abarcar la mayor cantidad de grabaciones posible. Con todo, en las grabaciones en las que existe una gran reverberación no se consigue mejorar la audición de la señal de voz, sino que aumenta la sensación de eco, si bien es cierto que este problema afecta a un mínimo porcentaje de las grabaciones.

El modelo de almacenamiento de los archivos de audio es el formato wav. Éste podría ser sustituido por un formato mp3, formato con compresión, en futuras versiones. Este formato permitiría subir los archivos a la plataforma web del Archivo sin que fuera prohibitivo por su tamaño en megabytes.

La incorporación de un mecanismo de detección de problemas presentes en las grabaciones permitiría la definición de nuevos tipos de soluciones especialmente diseñadas para cada tipo de problema.

Por último, una idea que surgió en las primeras etapas del proyecto fue la posibilidad de almacenar todo el procesado de corrección de audio en un único plugin VST, compatible con varios software de procesado acústico. La aplicación, en la versión actual, ofrece tal procesado, pero necesita de la herramienta de encadenado de Sound Forge y no es utilizable en un software distinto.

Como conclusión final podemos afirmar que este proyecto satisface las especificaciones iniciales, pero deja abierto un amplio abanico de ampliaciones e implantaciones futuras.

6. PRESUPUESTO

6.1. Equipo informático

Descripción	Coste (Euros)
Equipo informático	500,00
Licencia Sound Forge	350,00
Tarjeta de sonido + licencia Pro Tools	600,00
Plugins VST	800,00
TOTAL	2250,00

6.2. Material fungible

Descripción	Coste (Euros)
Material de impresión	150,00
Material de oficina	55,00
TOTAL	205,00

6.3. Gastos de personal

Descripción	Coste
Coste por hora	15,00 €
Número de horas	620,00
TOTAL	9300,00 €

6.4. Presupuesto total

Calculamos ahora el coste final del proyecto, partiendo de los datos obtenidos en los apartados anteriores.

Aparecen aquí tres nuevos conceptos a tener en cuenta a la hora de obtener el

presupuesto final:

- **Costes indirectos:** obtenidos como el 15% de los costes directos, esto es el 15% sobre coste de personal + Equipos informáticos y licencias + Material fungible.
- **Riesgo:** en el proyecto actual, es el personal el que presenta mayor riesgo, por lo que se calcula como el 20% sobre el coste de personal.
- **Beneficio:** dependerá de las expectativas de cada proyecto, o incluso de cada equipo de trabajo. En el sistema actual se obtiene como el 25% del coste total, entendido este como la suma de los costes directos + costes indirectos + riesgo.

Descripción	Coste (Euros)
Coste de personal	9300,00
Equipos informáticos y licencias	2250,00
Material fungible	205,00
Costes directos = Coste de personal + Equipos informáticos y licencias + Material fungible)	11755,00
Costes indirectos = 15% sobre Costes directos	1763,00
Riesgo = 20% sobre Coste de personal	1860,00
Total costes = Costes directos + Costes indirectos + Riesgo	15378,00
Beneficio = 15% sobre Total costes	2306,00
TOTAL = Total costes + Beneficio	17684,00

7. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Sony Creative Software Inc, “Reference Guide of Sound Forge Pro 10.0”, 2009.
- [2] Digidesign Technical Publicatios, “Reference Guide of Pro Tools LE”, 2007.
- [3] Alfredo Asiáin Ansorena, “Archivo del patrimonio oral e inmaterial navarro: Polifonía de emociones”, Cuadernos de Etnología y Etnografía de Navarra, Año 37, nº 80, 2005.
- [4] Aguirre Bello, Roberto. “Preservación Digital: Un nuevo desafío para la conservación y restauración”. <http://www.dibam.cl/upload/i2748-2.pdf>.
- [5] Barroco, José Manuel. “Preservación y conservación de documentos digitales”. <http://www.archivovirtual.org/seminario/ediciencia/pdf/capitulo7.pdf>
- [6] Bia, Alejandro y SÁNCHEZ, Manuel. “Desarrollo de una política de preservación digital: tecnología, planificación y perseverancia”, 2005
<http://mariachi.dsic.upv.es/jbidi/jbidi2002/Camera-ready/Sesion1/S1-4.pdf>.
- [7] Nuño Moral, María y Sánchez Hernández, María. “Los servicios de documentación sonora ante el reto digital”.
<http://www.ucm.es/info/multidoc/multidoc/revista/num8/marivi.html>.
- [8] Centro de Documentación de RNE. http://www.rtve.es/rne/areas/ar_docum.htm.
- [9] “Directrices para la preservación del patrimonio digital. Biblioteca Nacional de Australia”, 2003, <http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001300/130071s.pdf>
- [10] F. Alton Evesrest, “Master Handbook of Acoustics”, 2000.
- [11] Federico Miyara, "El ruido y la inteligibilidad de la palabra", Artículo correspondiente a la conferencia organizada por ASOLOFAL el 9 de agosto de 2004.

APÉNDICE

Contenido del CD

- Documento word con el proyecto.
- Documento pdf con el proyecto.
- Archivo de configuración de las presets usadas para Sound Forge, “PFC_presets.sfpreset”
- Archivo de configuración de la herramienta de procesamiento por lotes de Sound Forge, “PFC_batch.bj”
- Archivos de audio:
 - Audio_original.wav ; Archivo original
 - Audio_digitalizado.wav ; Archivo digitalizado con la solución propuesta
 - Audio_p_01.wav ; Archivo procesado primer paso
 - Audio_p_02.wav ; Archivo procesado segundo paso
 - Audio_p_03.wav ; Archivo procesado tercer paso
 - Audio_p_04.wav ; Archivo procesado cuarto paso
 - Audio_p_05.wav ; Archivo procesado quinto paso
 - Audio_p_05b.wav ; Archivo procesado quinto paso, con parámetros mas agresivos
 - Audio_procesado.wav ; Archivo procesado final
 - Audio_procesado_b.wav ; Archivo procesado final, con parámetros mas agresivos

